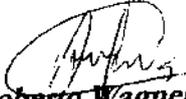


**GERSON LAURINDO BARBOSA**

*Este exemplar corresponde à versão final da  
Dissertação de Mestrado, apresentada ao Curso de Pós-  
Graduação em Saúde Coletiva da Faculdade de Ciências  
Médicas da UNICAMP, para obtenção do Título de  
Mestre em Saúde Coletiva, área de Epidemiologia.  
Campinas, 30 de outubro de 2010.*



**Prof. Dr. Roberto Wagner Lourenço**  
Orientador

**Análise da Distribuição espaço-temporal de  
dengue e da infestação larvária no município  
de Tupã, SP.**

**CAMPINAS  
UNICAMP  
2009**

**Análise da Distribuição espaço-temporal de dengue e da  
infestação larvária no município de Tupã, SP.**

**GERSON LAURINDO BARBOSA**

**Dissertação de Mestrado apresentada à  
Pós-Graduação da Faculdade de  
Ciências Médicas, da Universidade  
Estadual de Campinas, para obtenção do  
título de Mestre em Saúde Coletiva, área  
de concentração em Epidemiologia.**

**Orientador: Prof. Dr. Roberto Wagner Lourenço**

**CAMPINAS  
UNICAMP  
2009**

UNIDADE BC  
Nº CHAMADA  
T/UNICAMP B234a  
V  
TOMBO BC 4961  
PROC 16-134-0  
C D X  
PREÇO 11,00  
DATA 03/03/10  
COD 432818

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS DA UNICAMP

Bibliotecário: Sandra Lúcia Pereira – CRB-8ª / 6044

B234a Barbosa, Gerson Laurindo  
Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no Município de Tupã, SP / Gerson Laurindo Barbosa. Campinas, SP : [s.n.], 2009.

Orientador : Roberto Wagner Lourenço  
Dissertação ( Mestrado ) Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Ciências Médicas.

1. Dengue. 2. Aedes aegypti. 3. Análise espacial. 4. Geoprocessamento. I. Lourenço, Roberto Wagner. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

**Título em inglês : Analysis of spatiotemporal distribution of dengue fever and larval infestation in the Tupã municipal district, SP**

**Keywords:** • Dengue fever  
• Aedes aegypti  
• Spatial analysis  
• GIS

**Titulação: Mestre em Saúde Coletiva**  
**Área de concentração: Epidemiologia**

**Banca examinadora:**

**Prof. Dr. Roberto Wagner Lourenço**  
**Profa. Dra. Maria Rita Cordeiro Donalísio**  
**Prof. Dr. Francisco Chiaravalloti-Neto**

**Data da defesa: 30-10-2009**

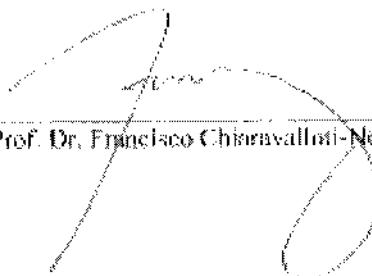
## Banca examinadora da Dissertação de Mestrado

Aluno(a): Gerson Laurindo Barbosa

Orientador: Prof.(a). Dr.(a). Roberto Wagner Lourenço



Prof. Dr. Roberto Wagner de Lourenço



Prof. Dr. Francisco Chiaravallotti-Neto



Profa. Dra. Maria Rita Donalísio Cerdas

Curso de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

Data: 30/10/2009

## **Agradecimentos**

Em particular a Deus, pela preciosidade da vida, e ter me dado a oportunidade do aprendizado,

À minha esposa Gilda e minhas filhas Isabela e Giovana, que sempre me apoiaram, principalmente nos momentos de maior dificuldade,

Aos meus pais, Benedito e Ermínia,

Ao Professor Roberto, pela orientação e confiança no meu trabalho, além da grande contribuição para o desenvolvimento do tema,

Aos amigos da Sucen que me apoiaram nessa jornada,

À Maísa, por sua colaboração e pelos inúmeros galhos quebrados,

Aos amigos do curso de mestrado, que assim como eu, embarcaram nesta jornada em busca de conhecimento e realização profissional,

Aos professores do Departamento de Saúde Coletiva da FCM/UNICAMP por partilhar conosco o seu conhecimento,

À Secretaria Municipal de Saúde de Tupã, especialmente ao Marquinhos, que forneceu os dados necessários à realização da pesquisa,

À Sucen por ter permitido que freqüentasse o curso e dado total apoio,

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FORMULAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 – INTRODUÇÃO.....	13
2 – OBJETIVOS.....	22
2.1 – Objetivos Gerais.....	22
2.2 – Objetivos Específicos.....	22
3 – MÉTODOS.....	23
3.1 – Delineamento do Estudo.....	23
3.2 – Área de Estudo.....	23
3.3 – Variáveis de Estudo.....	25
3.3.1 – Indicadores Larvários.....	25
3.3.2 – Casos de Dengue.....	26
3.3.3 – Correlação entre Indicadores Larvários e Casos de Dengue.....	27
3.3.4 – Indicadores de Qualidade Socioambiental por setor censitário.....	28
3.4 – Análise Espacial.....	30
4 – RESULTADOS.....	33
4.1 – Análise descritiva.....	33
4.2 – Análise dos Indicadores de Qualidade Socioambiental.....	42
4.3 – Análise da distribuição espaço-temporal de larvas e Casos de dengue.....	49
5 – DISCUSSÃO.....	56
6 – CONCLUSÕES.....	63
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXO I.....	72

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACS: Agentes comunitários de saúde  
ACV: Agentes de controle de vetores  
CVE: Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo  
DRS: Diretoria Regional de Saúde  
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IIS: Índice de inserção social  
IQM: Índice de Qualidade de Moradia  
IQSA: Índices de Qualidade Socioambiental  
OPS: Organização Pan-Americana de Saúde  
PACS: Programas de Agentes Comunitários de Saúde  
PEAa: Plano Diretor de Erradicação do *Aedes aegypti*  
PIACD: Plano de Intensificação das Ações de Controle da dengue  
PNCD: Programa Nacional de Controle da Dengue  
PSF: Programas de Saúde da Família  
SUCAM: Superintendência de Campanhas de Saúde Pública  
SUCEN: Superintendência de Controle de Endemias  
SUS: Sistema Único de Saúde  
UBV: Ultra Baixo Volume

## LISTA DE FIGURAS

1 – Localização espacial do Município de Tupã.....	24
2 – Número de imóveis trabalhados na atividade “Casa a Casa” no município de Tupã, no período de 2004 a 2007.....	34
3 – Número de Quarteirões trabalhados na atividade “Casa a Casa” no município de Tupã, no período de 2004 a 2007.....	35
4 – Indicador larvário por mês na atividade “Casa a Casa” no município de Tupã, no período de 2004 a 2007.....	36
5 – Indicador larvário por trimestre na atividade “Casa a Casa”, temperatura e chuva média por trimestre no município de Tupã, no período de 2004 a 2007.....	37
6 – Indicador larvário e proporção de incidência de dengue no município de Tupã, no período de janeiro de 2004 a dezembro 2007.....	40
7 – Correlação cruzada defasada entre proporção de incidência de dengue e indicador larvário.....	41
8 – Índice de Qualidade da Moradia por Setores Censitários no município de Tupã...	43
9 – Índice de Inserção Social por Setores Censitários no município de Tupã.....	44
10 – Índice de Qualidade Socioambiental por Setores Censitários no município de Tupã.....	46
11 – Número de pessoas para cada 1000 metros quadrados no município de Tupã, segundo informações do IBGE, censo demográfico de 2000.....	47
12 – Distribuição espacial dos casos de dengue no município de Tupã nos anos de 2006 e 2007.....	48
13 – Mapa de densidade Kernel do indicador larvário por quarteirão no município de Tupã, segundo trimestre no ano de 2004.....	49
14 – Mapa de densidade Kernel do indicador larvário por quarteirão no município de Tupã, segundo trimestre no ano de 2005.....	50
15 – Mapa de densidade Kernel do indicador larvário por quarteirão no município de Tupã, segundo trimestre no ano de 2006.....	50
16 - Mapa de densidade Kernel do indicador larvário por quarteirão no município de Tupã, segundo trimestre no ano de 2007.....	51

<b>17</b> – Mapa de densidade Kernel do indicador larvário por quarteirão no município de Tupã, segundo trimestre e ano de 2004 a 2007.....	53
<b>18</b> – Mapa de densidade Kernel dos casos de dengue no município de Tupã no ano de 2006.....	54
<b>19</b> – Mapa de densidade Kernel dos casos de dengue no município de Tupã no ano de 2007.....	54

## LISTA DE TABELAS

<b>1</b> – Pesos atribuídos para as variáveis utilizadas no cálculo dos Índices de Qualidade da Moradia e Índice de Inserção Social para os setores censitários município de Tupã.....	28
<b>2</b> – Classificação do Índice de Qualidade Socioambiental.....	29
<b>3</b> – Quarteirões e Imóveis trabalhados na atividade “Casa a Casa” no município de Tupã, agrupados por trimestre no período de 2004 a 2007.....	33
<b>4A</b> – Casos e proporção de incidência de dengue por 100 mil habitantes segundo área, setor e mês de ocorrência no município de Tupã, no ano de 2006.....	39
<b>4B</b> – Casos e proporção de incidência de dengue por 100 mil habitantes segundo área, setor e mês de ocorrência no município de Tupã, no ano de 2007.....	39

## LISTA DE FÓRMULAS

1 – Indicador larvário por quarteirão e trimestre.....	25
2 – Indicador larvário por mês.....	26
3 – Indicador larvário por trimestre.....	26
4 – Proporção de Incidência de dengue.....	26
5 – Coeficiente de correlação cruzada defasada.....	27
6 – Índice de Qualidade da Moradia.....	29
7 – Índice de Inserção Social.....	29
8 – Índice de Qualidade Socioambiental.....	29
9 – Estimador de densidade Kernel.....	30

## RESUMO

Dengue é um importante problema de Saúde Pública. Seu vírus é transmitido pela picada do mosquito *Aedes aegypti*, cujo combate vem sendo realizado desde os tempos de Oswaldo Cruz, com tentativas de erradicação sem sucesso. O atual Programa de controle, não atinge o objetivo de manter baixos níveis de infestação, e impedir a transmissão do dengue. Este trabalho objetivou analisar a relação entre a distribuição espaço-temporal de casos de dengue, os indicadores larvários e características socioambientais no município de Tupã no período de janeiro de 2004 a dezembro de 2007. Foram construídos indicadores larvários por quarteirão e totalidade do município. Os casos de dengue foram agrupados por quarteirão. Foi utilizado estimador kernel para análise espacial. Foram também construídos indicadores de qualidade socioambiental por setor censitário. A positividade de larvas no período estudado apresenta sazonalidade marcante, com maiores valores observados no primeiro e quarto trimestres do ano. A correlação cruzada defasada é significativa nos 2 anos de transmissão de dengue, considerando 2 meses de defasagem. Os mapas do estimador Kernel da positividade de recipientes com larvas indicam uma distribuição heterogênea, com aglomerados espaciais em diferentes regiões ao longo do período estudado. Os mapas dos casos de dengue mostram que houve um espalhamento da epidemia com aglomerados em diferentes regiões nos dois anos. Não ficou evidenciada relação entre infestação larvária e ocorrência de dengue com níveis socioambientais. Conclui-se que a incorporação de técnicas de geoprocessamento e análise espacial no programa podem contribuir com as ações de controle, na tomada de decisões, indicando os aglomerados espaciais de maior incidência.

**Palavras-Chave:** dengue, *Aedes aegypti*, infestação larvária, análise espacial, geoprocessamento.

## ABSTRACT

Undoubtedly dengue fever is a major problem for Public Health. Its virus is transmitted by the bite of the mosquito *Aedes aegypti*, which combat has been carried out since Oswaldo Cruz's time without success despite several eradication attempts. The current control Program does not meet the target of keeping the levels of infestation low and preventing the transmission of dengue fever. This work had as its aim to analyze the relationship between the spatiotemporal distribution of cases of dengue fever, the larval indices and the environmental characteristics in the Tupã municipal district from January 2004 to December 2007. Larval indices were built by block and municipal district totality. The cases of dengue fever were grouped by block. The kernel density estimation was applied in order to obtain the spatial analysis. Indicators of environmental quality were also built by census sector. The existence of larvae during the studied period shows remarkable seasonal features, with higher values being observed in the first and fourth periods of three months. The cross-lagged correlation is significant in the two years of dengue fever transmission considering two months of discrepancy. The kernel density estimation maps of positivity of recipients with larvae indicate a heterogeneous distribution with spatial groupings in different regions throughout the studied period. The maps of cases of dengue fever demonstrate that there was a spreading of the epidemic with agglomeration in different regions in the two years. There was no evidence of a relation between larval infestation and the occurrence of dengue fever with environmental levels. It was concluded that the incorporation of techniques of geographic processing and spatial analysis into the program may contribute to the control actions, decision taking, indicating a spatial agglomeration of higher incidence.

**Key-words:** dengue fever, *Aedes aegypti*, larval infestation, spatial analysis, GIS.

## 1 – INTRODUÇÃO

O Dengue é uma doença infecciosa aguda causada por um vírus da família flavivírus, isolado na década de quarenta, por Kimura em 1943 e Hotta em 1944, denominando a cepa de Mochizuki. Sabin e Schlesinger isolaram, em 1945, a cepa do Havaí, e nesse mesmo ano, ao identificar outro vírus em Nova Guiné, Sabin observou que as cepas tinham características antigênicas diferentes e passou a considerar que eram sorotipos diferentes do mesmo vírus. A cepa do Havaí foi então denominada sorotipo 1 e a cepa da Nova Guiné, sorotipo 2. Na década de 50, Hammon et al. (1960) isolaram mais dois sorotipos, os sorotipos 3 e 4, quando estudavam a epidemia de dengue hemorrágico ocorrida em Manila nas Filipinas, em 1956 (Pontes e Ruffino-Neto, 1994; Barreto e Teixeira, 2008), definindo-se à partir daí que o complexo dengue é formado por quatro sorotipos: Den-1, Den-2, Den-3 e Den-4 (Teixeira et al., 1999). Os quatro sorotipos da dengue podem causar tanto a forma clássica da doença quanto a de dengue hemorrágico. Russel et al. (1968) observaram que as pessoas que adquiriram uma segunda infecção de dengue tiveram casos mais severos do que aquelas que tiveram a primeira infecção. Halstead (1980) define que a síndrome do choque de dengue ocorre mais frequentemente quando há pré-infecção por outro sorotipo e ainda define baseado em estudos realizados em Bangkok de 1962 a 1964, que o Den-2 é o tipo mais severo nesta região. Em estudo realizado na Tailândia em 1980, Sangkawibha et al. (1984) identificaram que uma segunda infecção pelo Den-2 apresentava maior risco para síndrome do choque de dengue e dengue hemorrágico.

Watts et al. (1999) realizaram um estudo no Equador onde mostraram que a infecção pelo Den-2 não apresentou maior virulência que as outras formas e concluíram que o Den-2 das Américas difere do Den-2 do Sudeste asiático.

No Brasil, o Den-3, isolado em 2001 (Nogueira et al., 2001), é apontado como o mais virulento, sendo o responsável pela severa epidemia no Rio de Janeiro em 2002, com um número elevado de casos de dengue hemorrágico e síndrome do choque de dengue (Nogueira et al., 2005).

O vírus da dengue e o mosquito *Aedes aegypti* têm uma distribuição predominante nas regiões tropicais. Em 1997 era estimado que cerca de 2,5 bilhões de pessoas viviam em áreas onde o dengue é endêmico (Gubler, 1998). O dengue é uma doença de grande magnitude epidemiológica e amplitude demográfica ocasionando grandes epidemias no mundo principalmente nas regiões tropicais, atingindo milhões de pessoas anualmente (Teixeira et al., 1999; Teixeira et al., 2001; Correa et al., 2005; Barreto e Teixeira, 2008; Pinheiro e Corber, 1997; Wilder-Smith et al., 2009).

Nas Américas, o *Aedes aegypti* é o único vetor reconhecidamente transmissor desses vírus, de importância epidemiológica (Teixeira et al., 1999; Wilson e Chen, 2002). É originário da África subsaariana, onde se adaptou ao ambiente criado pelo homem, tornando-se antropofílico, e suas formas imaturas são encontradas em recipientes artificiais, o que permitiu que se tornassem abundantes nas cidades, sendo facilmente levados para outras áreas pelos meios de transporte (Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994; Teixeira et al., 1999). A teoria mais aceita hoje é que ele tenha chegado ao Brasil junto com os navios negreiros (Wilson e Chen, 2002; Silva, 2003).

No início do século XX, o combate ao *Aedes aegypti* foi institucionalizado no Brasil de forma sistematizada, devido às campanhas de controle, da Febre Amarela Urbana, realizada no Rio de Janeiro de 1902 a 1907, onde se buscava detectar casos de febre amarela e eliminar focos de *Aedes aegypti* (Lowy, 1990; Donalísio, 1999).

Em 1934, embora extra-oficialmente, a erradicação do *Aedes aegypti* já era uma das finalidades do serviço de combate à febre amarela e em 1942, através do decreto nº 8.675, a erradicação do *Aedes aegypti* tornou-se objetivo nacional (Chieffi, 1985).

A Organização Pan-Americana de Saúde e a Organização Mundial de Saúde coordenaram em 1947 uma campanha para erradicação do *Aedes aegypti* no continente americano (Donalísio, 1999; Soper, 1965). Por se tratar de um

programa de abrangência continental, importantes sucessos foram alcançados, embora alguns países não tenham conseguido atingir o objetivo (Lowy, 1999; Soper, 1965). No Brasil, o êxito da erradicação foi obtido em 1955, e o último foco foi detectado na zona rural de um município da Bahia (Franco, 1969) e no ano de 1958, na XV Conferência Sanitária Pan-Americana, em Porto Rico, o país foi oficialmente declarado como tendo erradicado o *Aedes aegypti* (Braga e Valle, 2007).

Em 1967 foi criado no Brasil a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM) e neste mesmo ano, foi detectada a primeira reintrodução do *Aedes aegypti* no Estado do Pará, e em 1969 detectado também no Maranhão. Novamente em 1973 foi considerado erradicado do território Nacional (Braga e Valle, 2007).

Segundo Tauil (2002) o Brasil enfrentou centenas de re-infestações que foram precocemente eliminadas, a partir de alguns países que não obtiveram o êxito na erradicação. Em 1976 foi novamente reintroduzido para reiniciar a ocupação de seu antigo habitat, detectado primeiramente em Salvador, Bahia e no ano seguinte no Rio de Janeiro (Organização Pan-Americana de Saúde - OPS, 1991).

Em 1986, o *Aedes aegypti* infestava principalmente os estados do Paraná, Mato Grosso do Sul, os quatro estados da Região Sudeste e oito estados da Região Nordeste, totalizando 331 municípios (Ministério da Saúde - SUCAM, 1986). No Estado de São Paulo a presença do *Aedes aegypti* foi registrada em 9 municípios em 1986, passando para 327 municípios em 1991. No ano de 1995 o Estado de São Paulo já registrava 415 municípios infestados (Glasser e Gomes, 2000), e no ano de 2009, o número de municípios infestados pelo *Aedes aegypti* chegou a 538 (SUCEN, informe interno).

As razões para a re-emergência do dengue são complexas e não totalmente compreendidas (Tauil, 2001). Durante quase 60 anos, de 1923 a 1981 nenhum caso foi registrado no Brasil.

A partir da década de 1980 a doença se disseminou pelas Américas (Braga e Valle, 2007). Em 1981 houve o primeiro relato de epidemia de dengue com isolamento viral em Boa Vista, Rondônia, dos sorotipos Den-1 e Den-4. Neste mesmo ano, por meio da SUCAM, o Ministério da Saúde, tentou novamente promover a erradicação do *Aedes aegypti* no Brasil, num prazo de quatro anos, porém devido ao elevado custo do projeto, não foi aprovado pelo orçamento nacional (Lima, 1985).

Foi com a extensa epidemia de dengue de 1986 no Rio de Janeiro e a disseminação para regiões vizinhas que as ações de vigilância e controle do vetor da dengue tornaram-se prementes no Brasil (Donalísio e Glasser, 2002). Essas ações foram sendo organizadas pelo Ministério da Saúde, Secretarias Estaduais e municípios de forma heterogênea. No Estado de São Paulo foi a partir de abril de 1985 que a Secretaria de Estado da Saúde, através Superintendência de Controle de Endemias (SUCEN) assumiu essa atividade, mantendo regularidade na vigilância e controle do vetor, juntamente com os municípios buscando reduzir sua densidade. A partir de 1986 a SUCEN assinou contratos de prestação de serviços com os municípios do Estado de São Paulo infestados pelo *Aedes aegypti*, nos períodos de pico do vetor. O objetivo era que o município realizasse vistoria a todos os imóveis urbanos e eliminasse os criadouros de *Aedes aegypti*, bem como orientasse os moradores quanto aos cuidados necessários para se evitar a dengue (Chiaravalloti-Neto et al., 1999).

Em 1996, surgiu um novo plano para erradicar o *Aedes aegypti* do território brasileiro, o Plano Diretor de Erradicação do *Aedes aegypti* – PEAA, (Ministério da Saúde - PEAA, 1996), em que, segundo consulta realizada pelo Ministério da Saúde à Organização Pan-Americana de Saúde, teria custo menor a longo prazo do que o das ações de controle. Este plano tinha objetivos ousados de erradicar o *Aedes aegypti* do território nacional, eliminando desta forma a circulação do vírus da dengue, além de implementar ações de saneamento básico, principalmente ampliar a cobertura de água em quantidade e qualidade satisfatórias, realizar coleta, manejo e destino adequado de lixo. Com isto, além de

eliminar o vetor visava promover a melhoria da qualidade de vida das populações, elaborar e executar projetos de saneamento básico para os centros urbanos, entre outros (Ministério da Saúde - PEAa, 1996). Porém, o PEAa limitou suas ações no combate ao vetor, provavelmente por seu elevado custo. E desta forma, as ações de saneamento básico, abastecimento de água, coleta, manejo e destino do lixo, necessárias para a melhoria da qualidade de vida da população e talvez para a efetiva eliminação do vetor não foram implementadas.

Uma das características do plano, dentre outras, era propiciar o avanço na municipalização da área de controle de vetores, com base nos artigos 198 da Constituição Federal e no artigo sétimo da lei 8080, de 19 de setembro de 1990. O plano previa a organização de estruturas mínimas necessárias a sua execução. Em uma fase preparatória, foram realizados o reconhecimento e ou atualização das áreas que constituíam o universo de trabalho. Os mapas de cada município foram divididos em áreas, que por sua vez, foram subdivididos em setores e zonas de trabalho, que seriam distribuídos às equipes de trabalho. Após essa divisão, foram construídos, ou atualizados, os mapas de cada área de trabalho, com a numeração de cada quarteirão do município. Na organização das operações de campo, estas seriam desenvolvidas em áreas de abrangência restrita, ou zonas, correspondendo a uma área de abrangência de um agente de saúde, cuja atribuição era descobrir os focos do vetor, destruir e evitar a formação de criadouros, orientar a comunidade quanto aos meios de proliferação do mosquito, realizar se necessário o combate às suas formas larvárias e aladas, utilizando tratamento focal, perifocal e Ultra Baixo Volume (UBV) (Ministério da Saúde - PEAa, 1996).

As atividades previstas para o PEAa, foram: visitas domiciliares (“Casa a Casa”) em 100% dos imóveis das áreas infestadas pelo *Aedes aegypti*, que, além da eliminação das formas imaturas e dos respectivos criadouros, deveria fazer o levantamento de índices de infestação larvária; visitas aos imóveis considerados importantes para a dispersão do vetor, como por exemplo, borracharias, ferros velhos, cemitérios, etc., que são denominados Pontos

Estratégicos (PE); e inspeção em todos os terrenos baldios, além da vigilância em portos, aeroportos e fronteiras. A periodicidade de visita aos imóveis dos municípios deveria ser bimestral e os pontos estratégicos deveriam ser visitados e tratados quinzenalmente (Ministério da Saúde - PEAA, 1996). A “fase de ataque” do plano teve início no ano de 1997.

Porém, diante da tendência do aumento da incidência de dengue e introdução de um novo sorotipo (Den-3), o Ministério da Saúde, com a parceria da Organização Pan-Americana de Saúde, realizou um seminário em junho de 2001, para avaliar experiências bem sucedidas no controle da dengue e elaborar um novo plano, o Plano de Intensificação das Ações de Controle da dengue - PIACD (Ministério da Saúde – PIACD, 2001).

Com o PEAA, seguido pelo PIACD, o Ministério da Saúde aumentou o repasse de recursos aos municípios brasileiros para descentralizar e organizar ações de eliminação dos vetores (Donalísio e Glasser, 2002).

No ano de 2002, com o agravamento da situação epidemiológica da dengue no Brasil, o Ministério da Saúde, decidiu remodelar as atividades de controle da dengue. Já não mais na perspectiva de erradicação, que não encontrava naquele momento bases técnicas sustentáveis para garantir sua continuidade, mas numa nova perspectiva de controle, adotando uma estratégia de envolvimento intersetorial com ampla participação da população, criando então o Programa Nacional de Controle da Dengue - PNCD (Ministério da Saúde - PNCD, 2002).

Com a implantação do PNCD, houve elaboração de programas permanentes de combate ao vetor, bem como desenvolvimento de campanhas de informação e mobilização social, buscando envolver a população. Também se buscou o fortalecimento da vigilância epidemiológica e entomológica. A integração das ações de controle da dengue na atenção básica, com a mobilização dos Programas de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) e Programas de Saúde da Família (PSF) também foi contemplada nesse programa (Braga e Valle, 2007).

A luta contra o mosquito *Aedes aegypti* tem sido intensa desde os tempos de Oswaldo Cruz, porém, mesmo após várias tentativas de erradicação, o vetor continua presente em todo o território nacional, causando seguidas epidemias de dengue. O *Aedes aegypti* é bem adaptado ao ambiente urbano (Nelson, 1986). Alguns fatores têm sido apontados como condicionantes à sua proliferação, como o fluxo rural-urbano nos últimos 30 anos, resultando numa concentração urbana muito elevada em cidades médias e grandes. O fato de mais de 80% da população brasileira viver em área urbana, faz com que as cidades não consigam oferecer condições satisfatórias de saneamento e habitação. As precárias condições de moradia em favelas, invasões, cortiços, onde o abastecimento de água e saneamento, coleta de lixo são inadequados, obrigam os moradores a armazenarem água, além do acúmulo de lixo, favorecendo a proliferação do *Aedes aegypti*. Também contribui para a multiplicação do *Aedes aegypti*, o processo industrial moderno de embalagens descartáveis, quando o não recolhimento adequado após a sua utilização não é realizado (Tauil, 2002). Aliado a estas condições a temperatura é outro fator importante na densidade do vetor e tem influência direta na distribuição geográfica de populações vetorais (Glasser e Gomes, 2002).

Pode-se afirmar que o único elo vulnerável na cadeia epidemiológica da dengue é o vetor, como aponta Tauil (2001), que diz que enquanto não se dispuser de uma vacina eficaz, a luta contra o mosquito deve estar orientada para a eliminação de seus criadouros potenciais. O autor ainda lembra que as atividades antivetoriais têm três componentes institucionais: um de vigilância epidemiológica; um de inspeção predial e eliminação ou tratamento de reservatórios potenciais para larvas de mosquito e aplicação de inseticida no caso de transmissão desencadeada; e um terceiro componente que é relativo à Informação, educação e comunicação sobre a doença e seu ciclo.

Com relação aos indicadores entomológicos, Focks (2003) define que os índices de recipiente, breteau e predial, são bons para determinar a eficiência das medidas de controle para eliminação dos recipientes, mas fracos para medir a

abundância de adultos e medir o risco da doença. As armadilhas de oviposição são mais sensíveis para indicar a presença do *Aedes aegypti* principalmente quando há baixa densidade de mosquitos. Vários métodos de coleta de mosquitos adultos podem ser utilizados para informação sobre população de *Aedes aegypti*, porém estes métodos não permitem o estabelecimento da relação entre coleta e número real de adultos e também a relação entre o número de mosquitos adultos e transmissão de dengue.

Donalísio e Glasser (2002) apontam ser fundamental a realização periódica de atividades de vigilância entomológica para o dimensionamento do impacto das medidas de controle e orientar ajustes nas ações prescritas pelos programas de controle de vetores e epidemias. Ainda apontam que algumas questões básicas não são adequadamente respondidas pelos programas de controle de vetores, como por exemplo: “*que áreas ou bairros da cidade possuem maiores níveis de infestação?*”

Diante disto, o estudo da distribuição espaço-temporal da ocorrência de larvas, pode produzir um diagnóstico para acompanhar a infestação das diversas áreas de um município, indicando a presença do vetor e orientando ações de eliminação direcionadas (Hino et al., 2006).

Como o *Aedes aegypti* é um mosquito que se reproduz em água limpa e para em reservatório, o seu controle é basicamente voltado à eliminação de criadouros potenciais. Desta maneira a identificação de aglomerados espaciais com maior infestação pelo *Aedes aegypti* se torna importante para a definição das ações de controle deste vetor.

A utilização de técnicas que visam à análise da distribuição espacial de insetos vetores, objetivando seu monitoramento e controle, vem se ampliando nos últimos anos em diversos países, porém, grande parte dos estudos, versa sobre o gênero *Anopheles*. No Brasil, há poucos estudos sobre a distribuição espacial da população de *Aedes aegypti*, pois a maioria deles dá maior ênfase à distribuição dos agravos de saúde (Sousa-Santos e Carvalho, 2000; Barcellos et al., 2005).

A circulação do vírus da dengue depende da forma como se organiza o espaço geográfico dos centros urbanos (Teixeira et al., 1999). O mapeamento de eventos torna-se um instrumento importante para a saúde pública, tanto no diagnóstico quanto no planejamento, auxiliando na compreensão do caráter geográfico da ocorrência desses eventos (Nascimento et al., 2007). O estudo da variação espacial dos eventos particularmente da infestação pode contribuir para definir prioridades e avaliar o impacto das intervenções (Hino et al., 2006).

As técnicas de análise de dados espaciais visam identificar padrões de distribuição segundo alguma dependência espacial (Nascimento et al., 2007). Dentro dessa perspectiva, o uso destas técnicas pode se tornar instrumento importante no planejamento de ações voltadas à redução de densidade do vetor *Aedes aegypti*.

Gomes (1998) e Focks (2003) apontam a fragilidade do indicador larvário como risco para ocorrência de dengue. Porém há de se salientar que a presença do mosquito em qualquer fase do ciclo: ovo, larva, pupa e adulto, indicam a presença do vetor e neste caso os indicadores podem ser utilizados para seu monitoramento.

Neste sentido, esta pesquisa busca conciliar o conhecimento de ferramentas de análise espacial na rotina de avaliação do Programa de Controle de Dengue no Estado de São Paulo, com ênfase na avaliação da distribuição espaço-temporal dos casos de dengue e da positividade larvária em recipientes encontrados na atividade de “Casa a Casa” no município de Tupã, São Paulo, Brasil, buscando estabelecer a relação entre níveis socioeconômicos e ambientais com a ocorrência de dengue e presença de recipientes com larvas.

## **2 – OBJETIVOS**

### **2.1 – Objetivos Gerais**

Esta pesquisa teve como objetivo estudar a distribuição espaço-temporal dos casos de dengue e de indicadores larvários no município de Tupã, SP e sua relação com indicadores socioambientais, no período de janeiro de 2004 a dezembro de 2007.

### **2.2 – Objetivos Específicos**

- Analisar a distribuição espaço-temporal dos casos de dengue no município de Tupã, ocorridos nos anos de 2006 e 2007.
- Analisar a distribuição espaço-temporal dos indicadores larvários no município de Tupã, no período de janeiro de 2004 a dezembro de 2007.
- Comparar a distribuição espacial dos casos de dengue com a distribuição larvária no município de Tupã.
- Comparar a distribuição espacial dos casos de dengue com variáveis socioambientais do município de Tupã.

### 3 – MÉTODOS

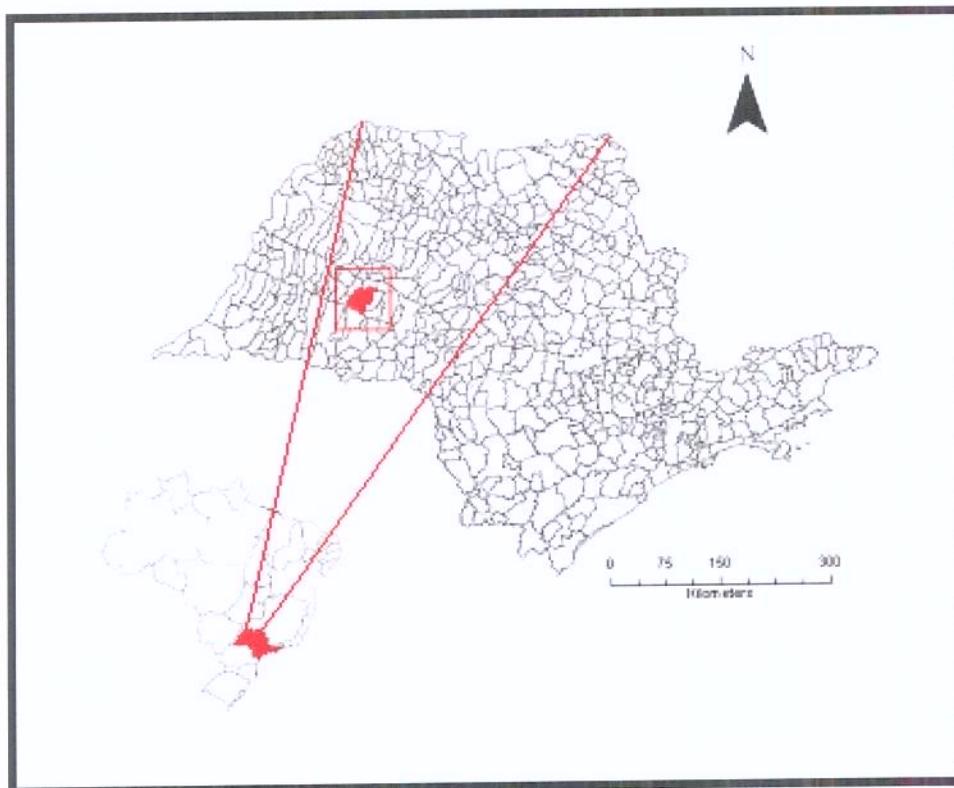
#### 3.1 – Delineamento do Estudo

Foi realizado um estudo ecológico exploratório sobre a distribuição espacial dos casos de dengue e de indicadores larvários no município de Tupã, SP. Para tanto se utilizou de informações da atividade “Casa a Casa” realizada pelo município no Programa de Controle da Dengue, e de casos de dengue confirmados pelo sistema de Vigilância Epidemiológica do município, nos anos de 2004 a 2007. Na realização da atividade de Avaliação de Densidade Larvária no Município de Tupã, mais de 80% dos recipientes encontrados com larvas de culicídeos são positivos para *Aedes aegypti*. Com base nesta informação, e o fato da atividade “Casa a Casa” ser realizada com o registro da informação de recipientes com presença de larvas, decidiu-se trabalhar com os dados da atividade “Casa a Casa”, considerando também que esta atividade realiza cobertura total do município periodicamente e não é realizada por amostragem como a atividade de Avaliação de Densidade Larvária.

#### 3.2 – Área de Estudo

O município de Tupã está localizado a cerca de 550 km da capital paulista, a 50°30' EW e 21°56' NS, com população de aproximadamente 63.333 habitantes (IBGE, 2000). Sua infestação pelo *Aedes aegypti* ocorreu em 1987 (SUCEN, informe interno). O município localiza-se na região de abrangência da Diretoria Regional de Saúde (DRS) de Marília (Figura 1) e desde 1995 vem apresentando casos de dengue e é o segundo município com o maior número de casos desta região, responsável por 16% deles. Suas maiores incidências ocorreram nos anos de 1995, 2002, 2006 e 2007, registrando 192,3; 240,0; 429,5; 522,6 casos por 100 mil habitantes respectivamente, segundo o Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo (CVE, 2009). O município

possui no ano de 2009 nove equipes de PACS/PSF que realizam atividades integradas no combate ao vetor *Aedes aegypti* em aproximadamente 49% do município e conta ainda com uma equipe de controle de vetores estruturada que realiza as atividades preconizadas no Programa de Controle da Dengue no restante do município.



**Figura 1** – Localização espacial do Município de Tupã.

O município conta com 39 estabelecimentos de saúde, sendo 20 deles públicos e 10 conveniados com o Sistema Único de Saúde (SUS). Um total de 966 leitos para internação, onde 200 deles são públicos e os outros 766 conveniados com o SUS (IBGE, 2005).

### 3.3 – Variáveis do estudo

#### 3.3.1 – Indicadores Larvários

Foi utilizado neste estudo dados da atividade “Casa a Casa” realizada pelo município de Tupã na rotina do Programa de Controle de Dengue, registrados no sistema de informação SISAED (Sisaed, 2002), que foram tratados e compilados em banco de dados do tipo MS-Access. A atividade “Casa a Casa” é realizada de forma integrada pelos agentes de controle de vetores (ACV) e pelos agentes comunitários de saúde (ACS). Na visita ao imóvel é feita a inspeção completa, para verificar a existência de recipientes com larvas, e também aqueles que sejam potenciais criadouros de *Aedes aegypti*. O registro das informações é feito em um boletim do sistema SISAED considerando a totalidade de cada quarteirão trabalhado, data de realização da atividade e o seu número de identificação (Anexo I). Estas informações foram utilizadas para a construção dos indicadores larvários tendo como base de elaboração os índices utilizados no Programa de Controle da Dengue.

A atividade “Casa a Casa” é realizada mensalmente pelos agentes comunitários de saúde e pelos agentes de controle de vetores. Pelo fato da cobertura total do município ser realizada trimestralmente, optou-se por analisar as informações por mês e trimestre para a totalidade de recipientes com larvas no município e por trimestre para a relação de recipientes com larvas por quarteirão trabalhado.

Foram então construídos índices da seguinte forma:

Indicador larvário por quarteirão e trimestre, sendo a presença de recipientes com larvas para cada quarteirão por trimestre, dado por:

$$\frac{\text{total.de.recipientes.com.larvas.em.cada.quarteirão}}{\text{total.de.imóveis.trabalhados.em.cada.quarteirão}} \quad \text{por trimestre/ano} \quad (1)$$

Indicador larvário por mês, sendo a presença de recipientes com larvas no município por mês, dado por:

$$\frac{\text{total.de.recipientes.com.larvas}}{\text{total.de.imóveis.trabalhados}} \times 100 \quad \text{por mês/ano} \quad (2)$$

Indicador larvário por trimestre, sendo a presença de recipientes com larvas no município por trimestre, dado por:

$$\frac{\text{total.de.recipientes.com.larvas}}{\text{total.de.imóveis.trabalhados}} \times 100 \quad \text{por trimestre/ano} \quad (3)$$

Cada quarteirão do município recebe um número diferente, com subdivisão por setores e áreas de abrangência, para a divisão e orientação do trabalho de campo. A área de estudo possui 25284 imóveis, e 1251 quarteirões numerados em ordem crescente (Sisaed, 2002). Desta forma foi possível relacionar os dados dos quarteirões com o Sistema de Informação Geográfica utilizado nesta pesquisa.

### 3.3.2 – Casos de Dengue

As informações sobre os casos de dengue, incluindo o número do quarteirão de residência do caso, foram fornecidas pela coordenadoria de controle de vetores do município, agrupados por mês e ano de ocorrência.

Houve registro de casos de dengue em 2006 e em 2007, e a proporção de incidência de dengue foi calculada pela razão entre o número absoluto de casos por mês e ano e a população residente, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da seguinte forma:

$$\text{Pr oporção.de.Incidência} = \frac{\text{Número.de.casos.de.dengue.por.mês}}{\text{população.residente}} \times 100000 \text{ habitantes} \quad (4)$$

Para os casos da dengue também foi construído um Sistema de Informação Geográfica tendo como unidade de análise novamente os quarteirões com residências que apresentaram casos de dengue.

### 3.3.3 – Correlação entre Indicadores Larvários e Casos de Dengue

Para avaliar a relação entre a positividade de recipientes com larvas e os casos de dengue, foi utilizado o método cross-lagged correlation, ou correlação cruzada defasada. O uso de indicador larvário neste estudo evidencia um intervalo de tempo para a ocorrência de associações mais explícitas. Considerando o período de desenvolvimento embrionário, tempo de eclosão de larvas, tempo de desenvolvimento das formas imaturas e período de incubação (extrínseco e intrínseco) constituem-se componentes que contribuem para explicar a necessidade de considerar o intervalo de tempo (*time lag*) na busca de associações entre tais eventos.

A correlação cruzada defasada é definida como:

$$r(d) = \frac{\sum_i [(x(i) - mx) \times (y(i - d) - my)]}{\sqrt{\sum_i (x(i) - mx)^2} \times \sqrt{\sum_i (y(i - d) - my)^2}} \quad (5)$$

onde,

$x(i)$  e  $y(i)$  são os valores correspondentes ao  $i$ -ésimo elemento de cada série.

$r$  corresponde ao tempo de defasagem.

$mx$  e  $my$  são as médias das séries correspondentes.

### 3.3.4 – Indicadores de Qualidade Socioambiental (IQSA) por setor censitário

Foram construídos Índices de Qualidade Socioambiental (IQSA) utilizando-se os dados do censo demográfico domiciliar realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000), agrupado por setor censitário. Este índice foi construído a partir de dois outros índices compostos que levaram em consideração as variáveis que descrevem as condições sociais da área em questão (Costa et al., 2007). O Índice de Qualidade de Moradia (IQM) foi composto das variáveis: abastecimento de água, condições sanitárias e destino do lixo e o índice de inserção social (IIS), composto pelas variáveis: condição de situação da moradia (se próprio, alugado, emprestado, etc.), renda média e escolaridade do responsável pelo domicílio. A partir da composição destes dois índices se obteve o IQSA.

Para a composição dos índices foram atribuídos pesos a cada uma das variáveis de acordo com sua importância (Tabela 1).

**Tabela 1** – Pesos atribuídos para as variáveis utilizadas no cálculo dos Índices de Qualidade da Moradia e Índice de Inserção Social para os setores censitários do município de Tupã.

Índices	Variáveis	Pesos Atribuídos para condições.			
		Otimo	Bom	Regular	Ruim
IQM	Abastecimento de Água (ABA)	1,00	0,75	0,50	0,25
	Condição Sanitária (SAN)	1,00	0,75	0,50	0,25
	Coleta de Lixo (LIX)	1,00	0,75	0,50	0,25
IIS	Condição de Ocupação (COD)	1,00	0,75	0,50	0,25
	Renda (REN)	1,00	0,75	0,50	0,25
	Escolaridade (ESC)	1,00	0,75	0,50	0,25

Pelo fato da área de estudo contar com um bom sistema de abastecimento de água, coleta de lixo e saneamento, e a média (0,99 (ABA), 0,98

(LIX), 0,98 (SAN)) das 3 variáveis analisadas ficarem próximas de 1, com um desvio padrão baixo (0,04 (ABA), 0,07 (LIX), 0,06 (SAN)) e bastante similar, foi atribuído o mesmo peso para os 3 componentes do índice para compor o IQM para cada setor censitário, conforme demonstrado a seguir:

$$IQM = (0,33 \times ABA) + (0,33 \times SAN) + (0,33 \times LIX) \quad (6)$$

Já na composição do IIS, os pesos foram diferenciados. Na condição de ocupação, não há grandes diferenças entre os setores censitários, o que não ocorre com a renda média e escolaridade. A condição de ocupação apresentou uma média de 0,89 e um desvio de 0,05. A renda média apresentou uma média de 0,43 com desvio de 0,21 e a escolaridade uma média de 0,45 e um desvio de 0,12. Por esse motivo, foi atribuído maior peso à renda média, seguido da escolaridade e condição de ocupação, como a seguir:

$$IIS = (0,2 \times COD) + (0,5 \times REN) + (0,3 \times ESC) \quad (7)$$

E em seguida foi construído o IQSA para cada setor censitário da seguinte forma:

$$IQSA = (0,2 \times IQM) + (0,8 \times IIS) \quad (8)$$

Assim os setores censitários foram classificados segundo o seu IQSA da seguinte forma:

**Tabela 2 – Classificação do Índice de Qualidade Socioambiental.**

IQSA	QUANTITATIVO	QUALITATIVO
0,80 – 1,00	1	ÓTIMO
0,60 – 0,80	2	BOM
0,30 – 0,60	3	REGULAR
0,00 – 0,30	4	RUIM

### 3.4 – Análise Espacial

Foi fornecida pela coordenadoria de controle de vetores do município de Tupã uma base cartográfica em formato digital, georreferenciada no sistema plano cartesiano, contendo os desenhos dos quarteirões do município. Esta base foi retificada para a eliminação de possíveis inconsistências dos polígonos dos quarteirões e em seguida foram inseridos os números dos quarteirões, retirados de um mapa impresso utilizado pelas equipes de controle de vetores do município na realização da atividade de campo. Além disso, foram inseridos os polígonos dos setores censitários definidos pelo IBGE e o do limite urbano do município de Tupã. Para o desenvolvimento dessas atividades foi utilizado o programa de cartografia digital AutoDesk Map 2004.

Em seguida, a base cartográfica digital contendo as informações referentes aos polígonos dos quarteirões, os números de identificação dos quarteirões, os polígonos dos setores censitários e o polígono do limite urbano de Tupã foram exportados para o programa ArcGis 9.2 com a finalidade de se construir o Sistema de Informação Geográfica, sendo atribuído a base cartográfica da área de estudo um sistema projeção UTM, datum SAD69, Zona 22 sul referente ao sistema cartográfico brasileiro. Os polígonos dos quarteirões foram codificados por seu respectivo número relacionados com a base de dados da atividade "Casa a Casa" e os registros de casos de dengue por Quarteirão.

Para analisar a distribuição espacial da presença de recipientes com larvas e dos casos de dengue, foi utilizado o estimador de densidade Kernel, que permite analisar por meio de interpolação, a intensidade do processo em toda a região de estudo (Bailey e Gatrell, 1995).

Seja  $s$ , que representa uma localização geral em  $R$  e  $s_1, s_2, \dots, s_n$  as localizações de  $n$  eventos observados,  $\lambda(s)$  é definida por:

$$\hat{\lambda}_\tau(s) = \frac{1}{\delta_\tau(s)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{(s-s_i)}{\tau}\right) y_i \quad (9)$$

onde:

$\hat{\lambda}_\tau(s)$  é o valor estimado por área;

$\delta_\tau(s)$  é um valor entre 0 e 1 que representa uma correção de borda;

$\tau$  é a largura da banda e determina o fator de suavização;

$s$  é o centro de cada espaço da grade regular;

$s_i$  é o local de ocorrência do evento;

$k$  é uma função de densidade de probabilidade;

$y_i$  é o valor do evento no ponto (indicador larvário por quarteirão/trimestre e casos de dengue por quarteirão).

Quando houver mais de um evento no mesmo ponto, o mesmo é computado duas ou mais vezes de acordo com sua frequência. Essa contagem é ponderada pela distância de cada evento ao ponto de referência  $(x,y)$  através do fator de suavização  $\tau$ .

O parâmetro largura da banda ou raio de influência ( $\tau$ ) define a vizinhança do ponto a ser interpolado e controla o alisamento da superfície gerada (um raio centrado em  $s$ ). Neste estudo considerou como raio de influência a distância de vôo do *Aedes aegypti*, vetor da dengue. Vários estudos foram realizados para avaliar a dispersão do vôo do mosquito *Aedes aegypti* e seus achados são discordantes. Trpis e Hausermann (1986) e Muir e Kay (1998) observaram que a distância máxima percorrida por fêmeas de *Aedes aegypti* foi de 154 metros e 160 metros, respectivamente. Já Reiter et al. (1995) e Honório et al. (2003) observaram que a fêmea do *Aedes aegypti* pode voar pelo menos 800 metros em até 6 dias. Freitas e Lourenço-de-Oliveira (2009) avaliaram a dispersão de fêmeas de *Aedes aegypti* sem manipulação de recipientes e sem barreira

geográfica ao vôo do mosquito, fato que segundo os autores pode ter enviesado estudos anteriores. Concluíram que a dispersão média de vôo foi de 288 metros. Esta pesquisa utilizou como base para determinação do raio de influência para determinação da largura da banda, a sugerida por Freitas e Oliveira (2009), de 280 metros.

Foram elaboradas Figuras da infestação larvária no município de Tupã por trimestre para os anos de 2004 a 2007. Para a incidência de dengue foram elaborados mapas agrupando os casos por quarteirão, para os anos de 2006 e 2007.

## 4 – RESULTADOS

### 4.1 – Análise descritiva

Foram analisadas as distribuições dos imóveis e quarteirões trabalhados na atividade “Casa a Casa” no período de janeiro de 2004 a dezembro de 2007, agrupados por mês e trimestre. Também foram analisadas as distribuições dos indicadores larvários por mês e trimestre, as temperaturas e chuvas médias por trimestre, bem como a proporção de incidência de dengue nos anos de 2006 e 2007 segundo mês, área e setor de ocorrência. Além disso, foi comparada a proporção de incidência com os indicadores larvários por mês e ano de ocorrência.

Na Tabela 3, é apresentada a distribuição do número de quarteirões e imóveis trabalhados na atividade “Casa a Casa” no município.

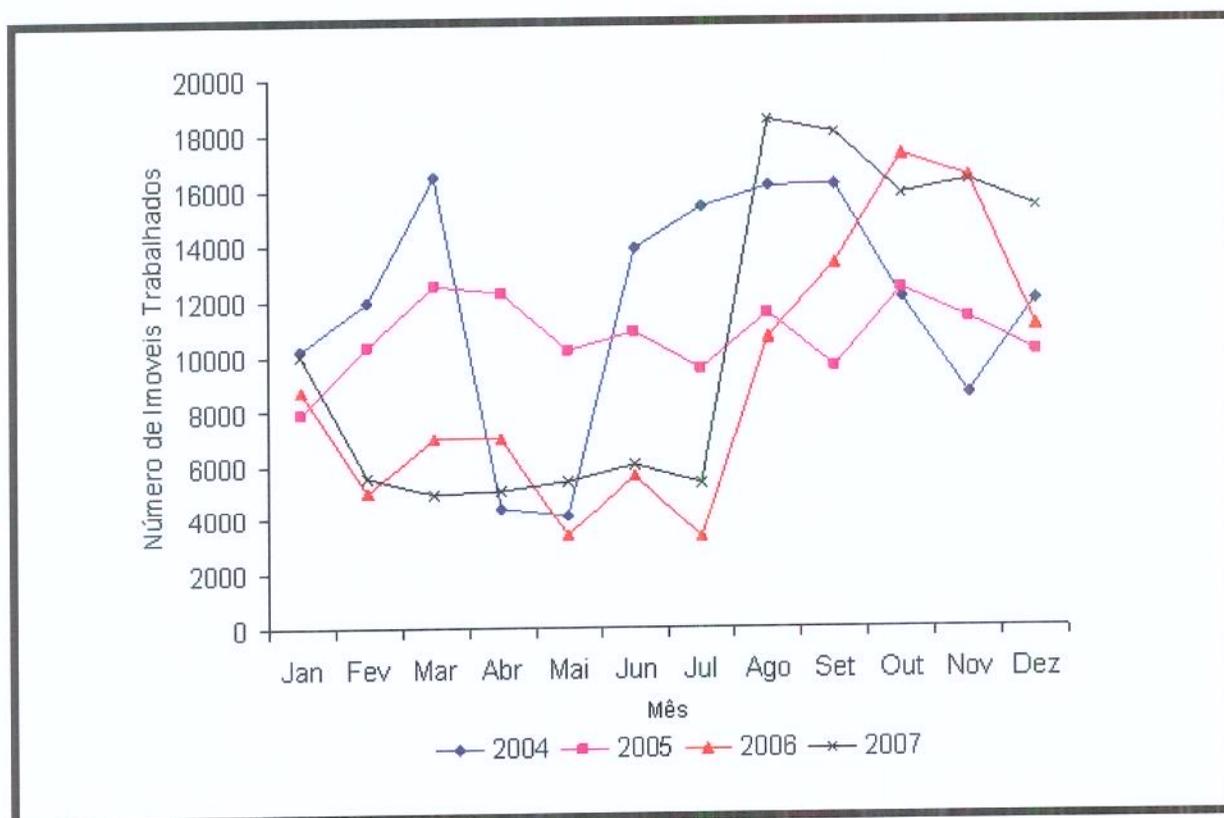
**Tabela 3** – Quarteirões e Imóveis trabalhados na atividade “Casa a Casa” no município de Tupã, agrupados por trimestre no período de 2004 a 2007.

Ano	1ºTrim		2ºTrim		3ºTrim		4ºTrim	
	Quart	Imov	Quart	Imov	Quart	Imov	Quart	Imov
2004	1081	38530	580	22506	1242	47656	1162	32718
2005	1129	30742	1146	33299	1009	30713	1051	33852
2006	673	20716	551	16079	962	27384	1120	44744
2007	680	20507	380	16585	1082	41950	1148	47491

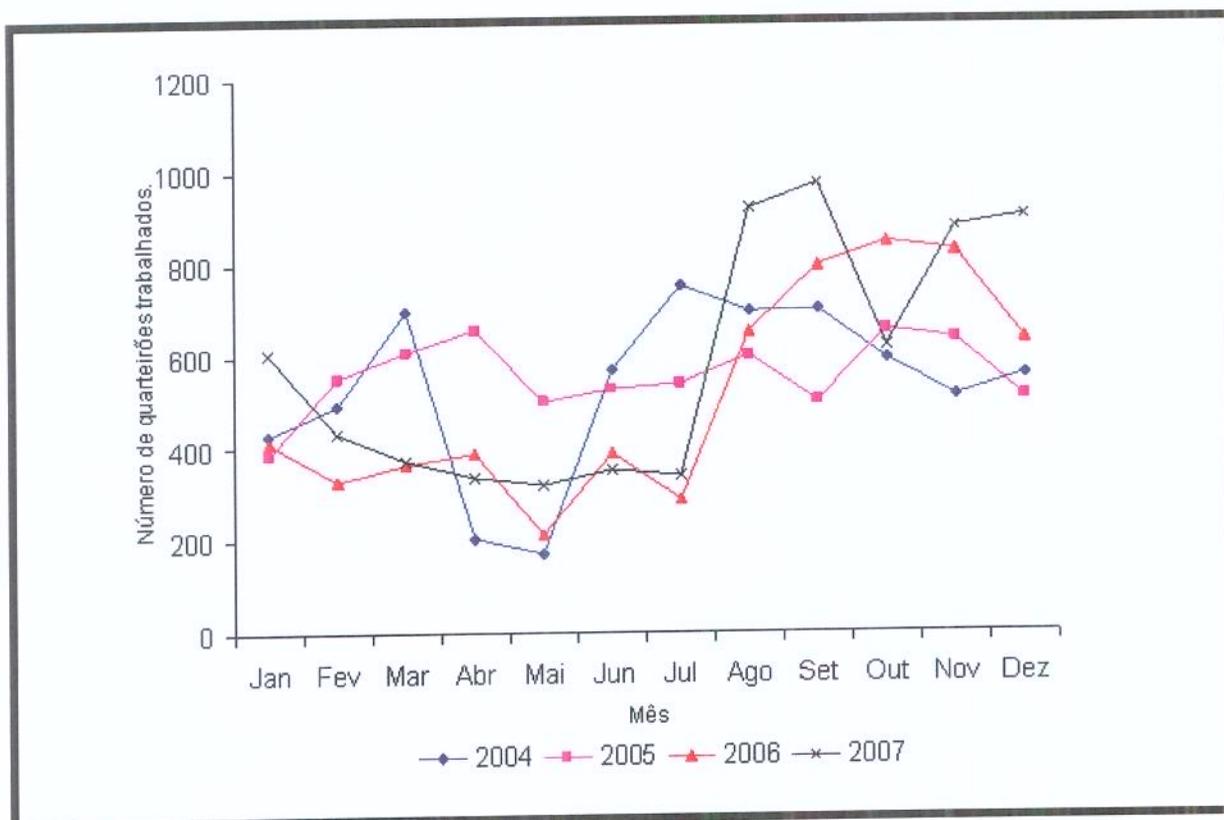
No ano de 2004 há uma grande redução no número de quarteirões e imóveis trabalhados nos meses de abril e maio, que segundo informações do município houve perda de dados devido à mudança de computador. O número total de quarteirões trabalhados no trimestre corresponde à contagem dos mesmos trabalhados no período, ou seja, cada quarteirão foi contado uma única vez no trimestre, independente do número de vezes que tenham sido trabalhados. Assim, pode-se identificar a cobertura do município no período. De acordo com o

total de quarteirões trabalhados, nota-se que em nenhum dos trimestres de todo o período de estudo foi realizada a cobertura total do município. Porém, com exceção dos períodos onde houve epidemia de dengue (primeiro e segundo trimestre de 2006 e 2007) e o segundo trimestre de 2004, por conta da perda da informação, o total de quarteirões trabalhados aproxima-se da totalidade.

Nas Figuras 2 e 3, estão apresentados os imóveis e quarteirões trabalhados por mês e ano.



**Figura 2** – Número de imóveis trabalhados na atividade “Casa a Casa” no município de Tupã, no período de 2004 a 2007.

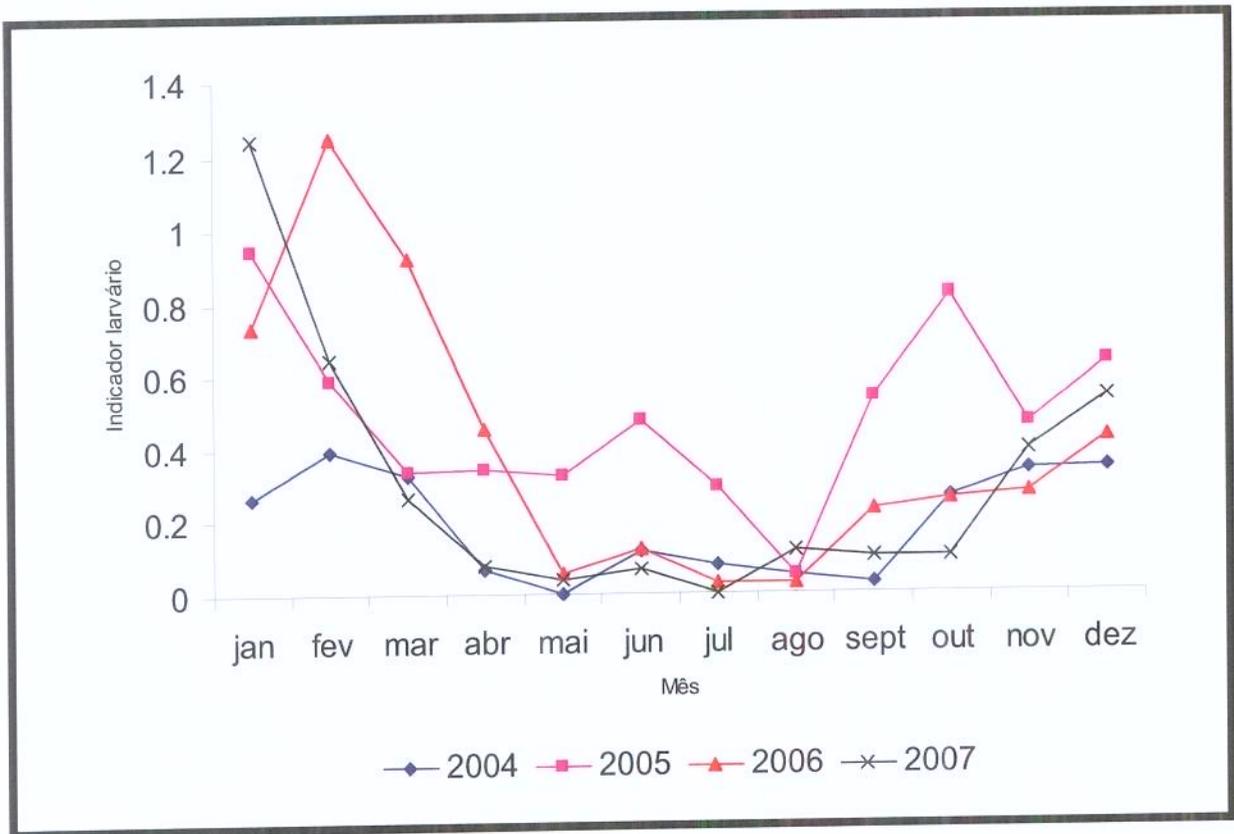


**Figura 3** – Número de Quarteirões trabalhados na atividade “Casa a Casa” no município de Tupã, no período de 2004 a 2007.

Na Figura 2, observa-se que no ano de 2004 há uma redução nos meses de abril e maio, devido à perda de informação pelo município. Nos outros meses exceção feita a novembro, a cobertura mensal é superior a 10 mil imóveis. No ano de 2005 a cobertura mensalmente varia entre 10 e 12 mil imóveis, e uma maior redução, próximo a 8 mil no mês de janeiro. Ao observar os anos de 2006 e 2007, nota-se uma grande redução nos meses de fevereiro a julho devido à transmissão de dengue ocorrida nesse período. Ao final da transmissão a cobertura realizada pela atividade “Casa a Casa” volta a ser realizada normalmente, superando inclusive os valores observados nos anos anteriores.

Na Figura 3, pode-se observar a mesma redução no número de quarteirões trabalhados de maneira semelhante à redução observada nos imóveis trabalhados apresentados na Figura 2.

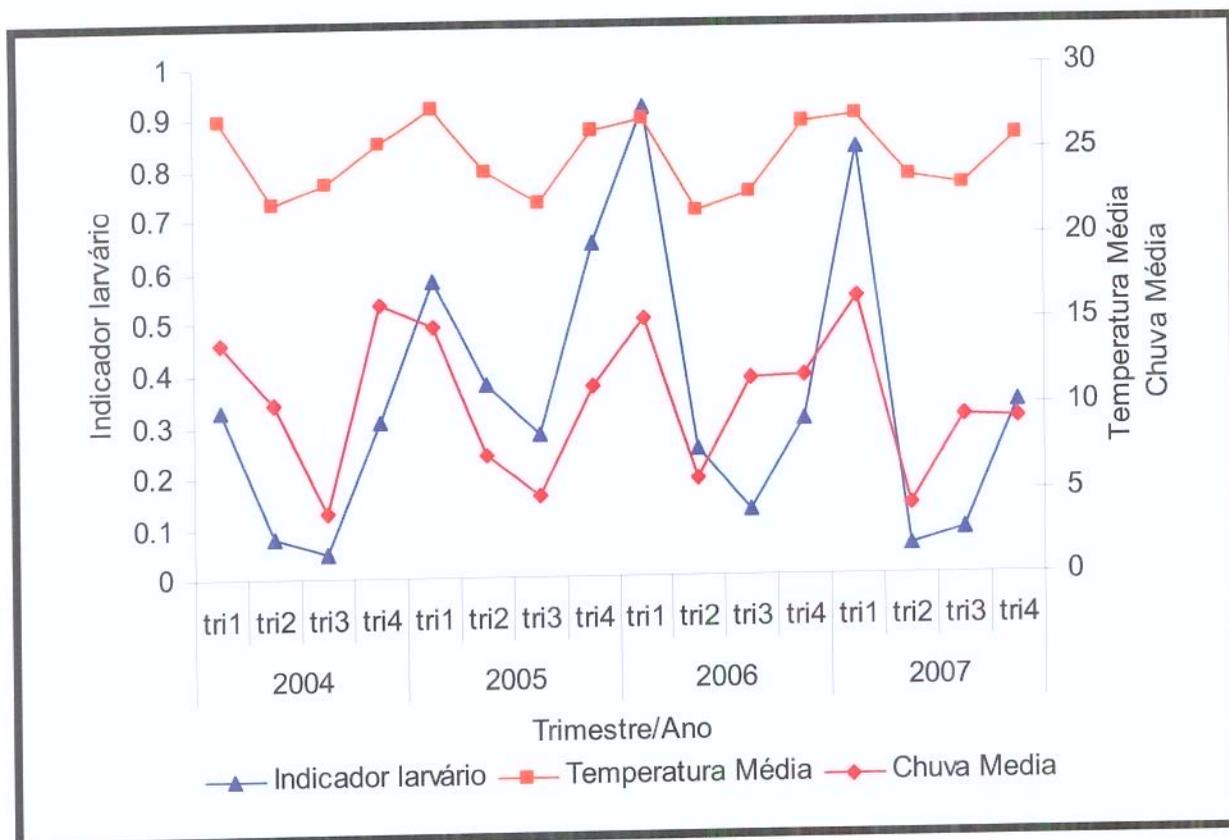
A Figura 4 apresenta o indicador larvário por mês no período de estudo.



**Figura 4** – Indicador larvário por mês na atividade “Casa a Casa” no município de Tupã, no período de 2004 a 2007.

Na Figura 4 é observado que os maiores valores estão no primeiro e quarto trimestre do ano, havendo uma redução entre o segundo e o final do terceiro trimestre, onde novamente há a um crescimento nos índices. No ano de 2005, podem-se observar valores maiores que os outros anos nos meses de maio a dezembro, exceção de agosto. Os maiores valores de fevereiro a abril são observados em 2006. O ano de 2007 apresenta o maior índice no mês de janeiro dos 4 anos do estudo.

O indicador larvário, as temperaturas e chuvas médias por trimestre para o período de estudo, são apresentados na Figura 5.



**Figura 5** – Indicador larvário por trimestre na atividade “Casa a Casa”, temperatura e chuva média por trimestre no município de Tupã, no período de 2004 a 2007.

Observa-se nos trimestres 1º e 4º mostrados na Figura 5 que a positividade é maior, onde há o crescimento do quarto para o primeiro trimestre, formando uma parábola côncava. A maior positividade no quarto trimestre ocorreu no ano de 2005 e a maior positividade no primeiro trimestre ocorreu no ano de 2006, embora estes valores sejam relativamente baixos (inferiores a 1%). Nesta Figura fica evidente a sazonalidade do vetor, com a curva do índice atingindo os picos nos meses mais quentes e úmidos do ano.

Nos anos de 2004 e 2005 o município não registrou nenhum caso de dengue autóctone.

Em 2006, o número de casos de dengue registrados em Tupã foi de 272.

A partir de 2007, o Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo, adotou novo critério para realização de exame laboratorial para confirmação de casos de dengue, onde para os municípios com menos de 100 mil habitantes, os exames passaram a ser realizados até atingir a incidência de 300 casos por 100 mil habitantes. Para população entre 100 mil e 149.999, incidência de 200 por 100 mil. Naqueles entre 150 mil e 249.999, incidência de 150 por 100 mil habitantes, e nos municípios com população acima de 250 mil, a incidência de 100 por 100 mil habitantes (CCD, 2007). Assim, no ano de 2007, o número de casos registrados com confirmação laboratorial pelo Estado foi de 331 e o município registrou um total de 672 casos. Segundo a Coordenadoria de Controle de Vetores do município, a partir do encerramento de exames pelo laboratório de referência do Estado, conforme o critério estabelecido, o município contratou laboratório particular para a realização dos exames.

No ano de 2006, dos 272 casos, foi possível localizar o quarteirão para 266 casos segundo mês de ocorrência. Para o ano de 2007, dos 672 casos, 1 foi classificado como importado, 1 era residente em chácara e 2 residentes no distrito de Parnaso. Dos 668 casos restantes, em 112 (16,8%) não foi identificado o quarteirão de residência, e por este motivo não foi possível incluí-los na análise, restando então 556 casos com identificação de quarteirão para análise neste ano.

No ano de 2006 os primeiros casos ocorreram no mês de janeiro (5 casos) e os últimos foram registrados no mês de junho (2 casos). No ano de 2007, os primeiros casos também ocorreram em janeiro (6 casos) e o último caso em agosto (1 caso).

A distribuição dos casos nos anos de 2006 e 2007 está apresentada nas Tabelas 4A e 4B, agrupados segundo divisão de área de trabalho do Controle de Vetores do município. O total de casos compreende os casos classificados segundo critérios laboratoriais disponibilizados pelo município agrupados por quarteirão e mês de incidência.

**Tabela 4A** – Casos e proporção de incidência de dengue por 100 mil habitantes segundo área, setor e mês de ocorrência no município de Tupã, no ano de 2006.

Número da Área	Número do Setor	Número de Quarteirões	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Ign	Total
1	1	9	0	1	1	7	4	1	-	-	-	14
1	2	22	1	1	4	17	9	0	-	-	-	32
1	3	36	0	3	16	46	5	0	-	-	-	70
1	4	31	1	11	15	20	9	0	-	-	-	56
1	5	5	0	1	2	2	0	1	-	-	-	6
1	-	103	2	17	38	92	27	2	-	-	-	178
Incidência - Área 1			3,2	26,8	60,0	145,3	42,6	3,2	-	-	-	281,1
2	1	20	3	1	7	11	7	0	-	-	-	29
2	2	12	0	2	3	7	3	0	-	-	-	15
2	3	3	0	2	0	1	0	0	-	-	-	3
2	4	17	0	1	5	15	4	0	-	-	-	25
2	5	2	0	2	0	1	0	0	-	-	-	3
2	6	11	0	5	2	4	2	0	-	-	-	13
2	-	65	3	13	17	39	16	0	-	-	-	88
Incidência - Área 2			4,7	20,5	26,8	61,5	25,3	0,0	-	-	-	138,9
Total		168	5	30	55	131	43	2	-	-	-	266
Incidência		-	7,9	47,4	86,8	206,8	67,9	3,2	-	-	-	420,0

**Tabela 4B** – Casos e proporção de incidência de dengue por 100 mil habitantes segundo área, setor e mês de ocorrência no município de Tupã, no ano de 2007.

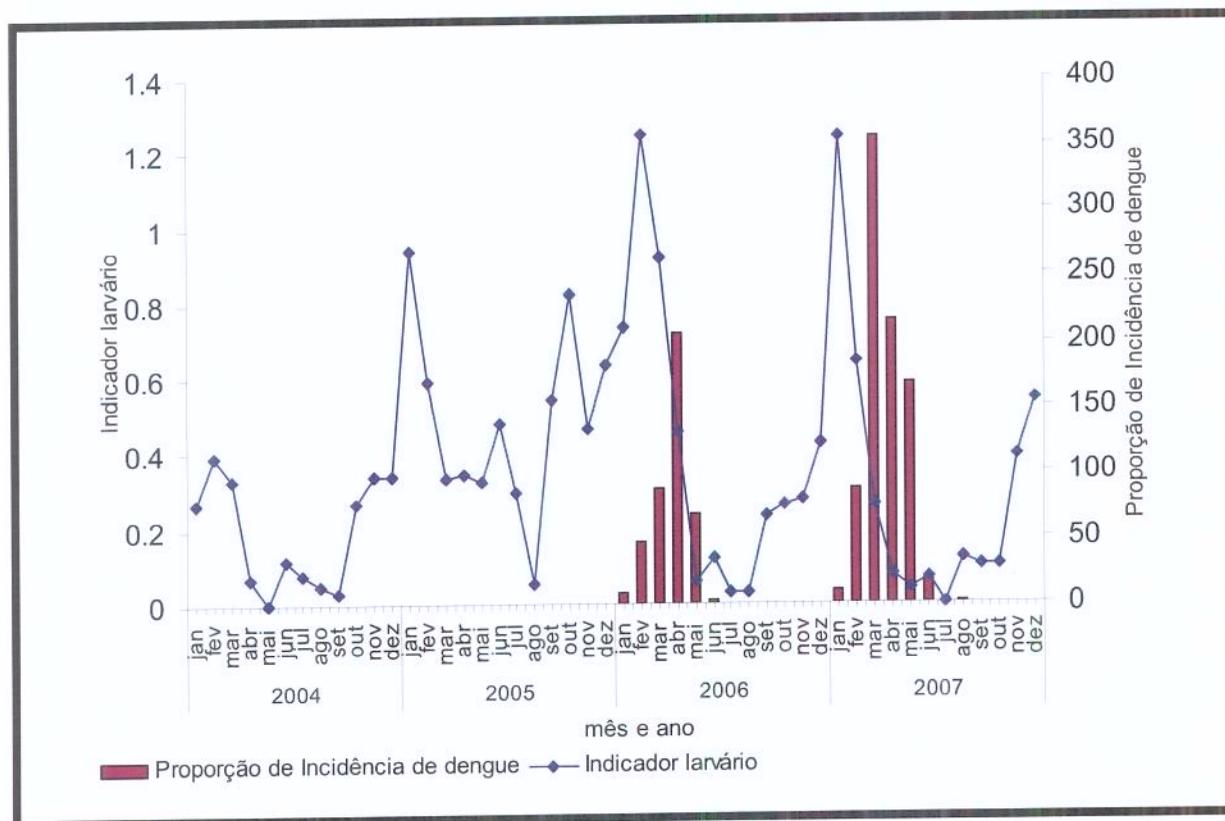
Número da Área	Número do Setor	Número de Quarteirões	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Ign	Total
1	1	29	0	2	21	19	3	1	0	0	5	51
1	2	30	0	1	13	9	22	1	0	0	3	49
1	3	28	0	2	7	9	9	1	1	0	1	30
1	4	33	3	11	11	19	15	0	0	0	0	59
1	5	17	2	25	18	3	0	0	0	0	1	49
1	-	137	5	41	70	59	49	3	1	0	10	238
Incidência - Área 1			7,9	64,7	110,5	93,2	77,4	4,7	1,6	0,0	15,8	375,8
2	1	43	0	1	13	18	17	4	0	0	3	56
2	2	40	1	1	19	37	30	2	1	0	0	91
2	3	15	0	2	40	1	2	1	0	0	0	46
2	4	38	0	6	56	19	8	1	0	1	0	91
2	5	8	0	1	7	2	0	0	0	0	0	10
2	6	14	0	3	20	1	0	0	0	0	0	24
2	-	158	1	14	155	78	57	8	1	1	3	318
Incidência - Área 2			1,6	22,1	244,8	123,1	90,0	12,7	1,6	1,6	4,7	502,1
Total		295	6	55	225	137	106	11	2	1	13	556
Incidência		-	9,5	86,8	355,3	216,3	167,4	17,4	3,2	1,6	20,5	877,9

Na tabela 4A, vê-se uma maior ocorrência de casos na área 1 do município, com 178 casos. A distribuição dos casos nos meses se comporta de maneira semelhante nas duas áreas. Observa-se a incidência crescente de janeiro

a abril, onde atinge o pico, e o decréscimo em seguida, até o fim da epidemia em junho com os últimos dois casos registrados.

No ano de 2007 (Tabela 4B) a incidência atinge o seu pico em março, porém a epidemia atinge maiores proporções, com mais que o dobro de casos e se estendendo até agosto, apesar de julho e agosto ter registrado apenas 3 casos. Um número maior de casos é registrado desta vez na área 2. Devido ao fato dos anos de 2006 e 2007 apresentarem casos de dengue observa-se uma grande redução na cobertura nos dois primeiros trimestres destes anos (Figuras 2 e 3). Nestes períodos outras atividades objetivando controlar a transmissão de dengue, como Controle de Criadouros e Nebulização foram realizadas.

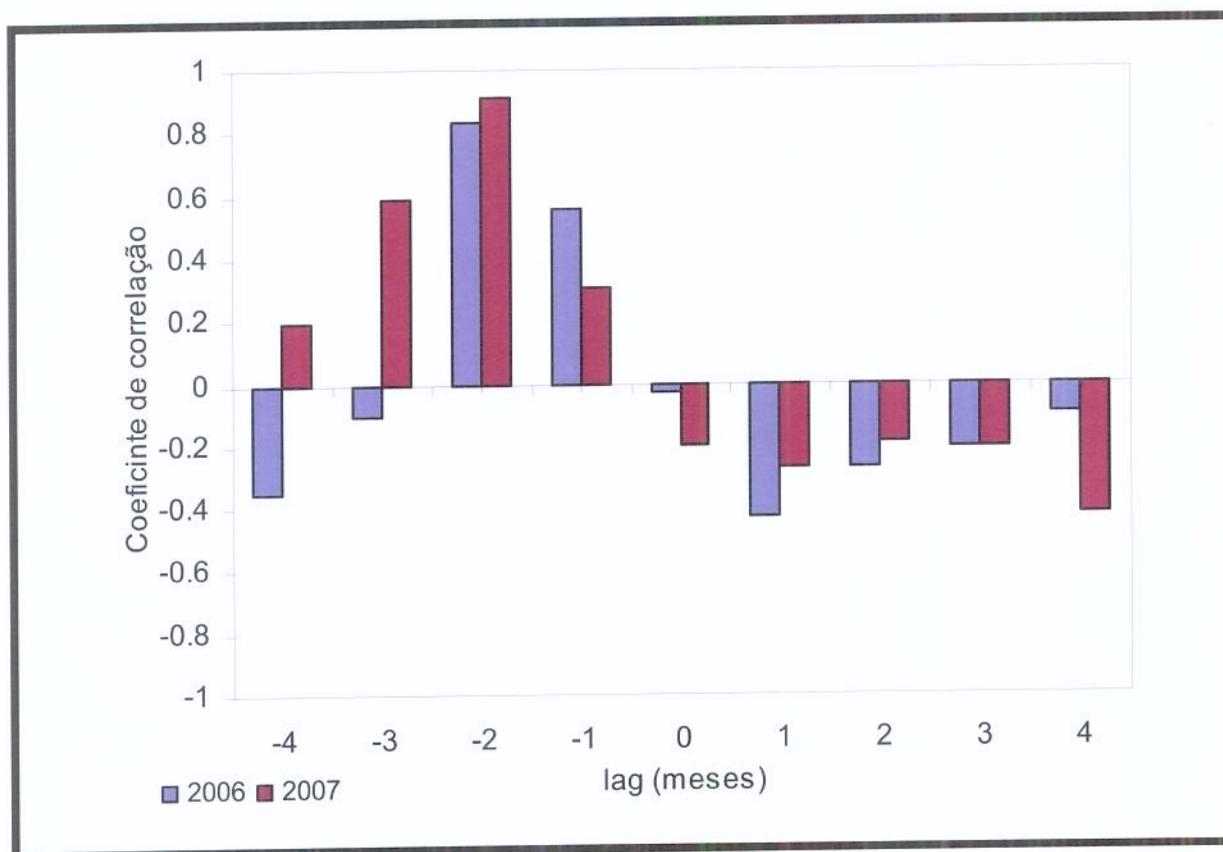
A Figura 6 apresenta o indicador larvário por mês e as proporções de incidência de dengue no município de Tupã, no período de janeiro de 2004 a dezembro de 2007.



**Figura 6** – Indicador larvário e proporção de incidência de dengue no município de Tupã, no período de janeiro de 2004 a dezembro 2007.

Na Figura 6, observa-se que o pico do indicador larvário no ano de 2006 foi atingido no mês de fevereiro, enquanto que o pico da transmissão de dengue foi atingido no mês de abril. Em 2007, o pico do indicador larvário ocorre no mês de janeiro e o pico da transmissão ocorre em março. Tanto em 2006 como em 2007, o pico da epidemia ocorreu dois meses após o pico do indicador larvário. Nota-se também uma semelhança nas curvas do indicador larvário e de transmissão de dengue, porém há um deslocamento da curva de dois meses.

A Figura 7 mostra a correlação cruzada defasada dos indicadores de recipientes com larvas e proporção de incidência de dengue.



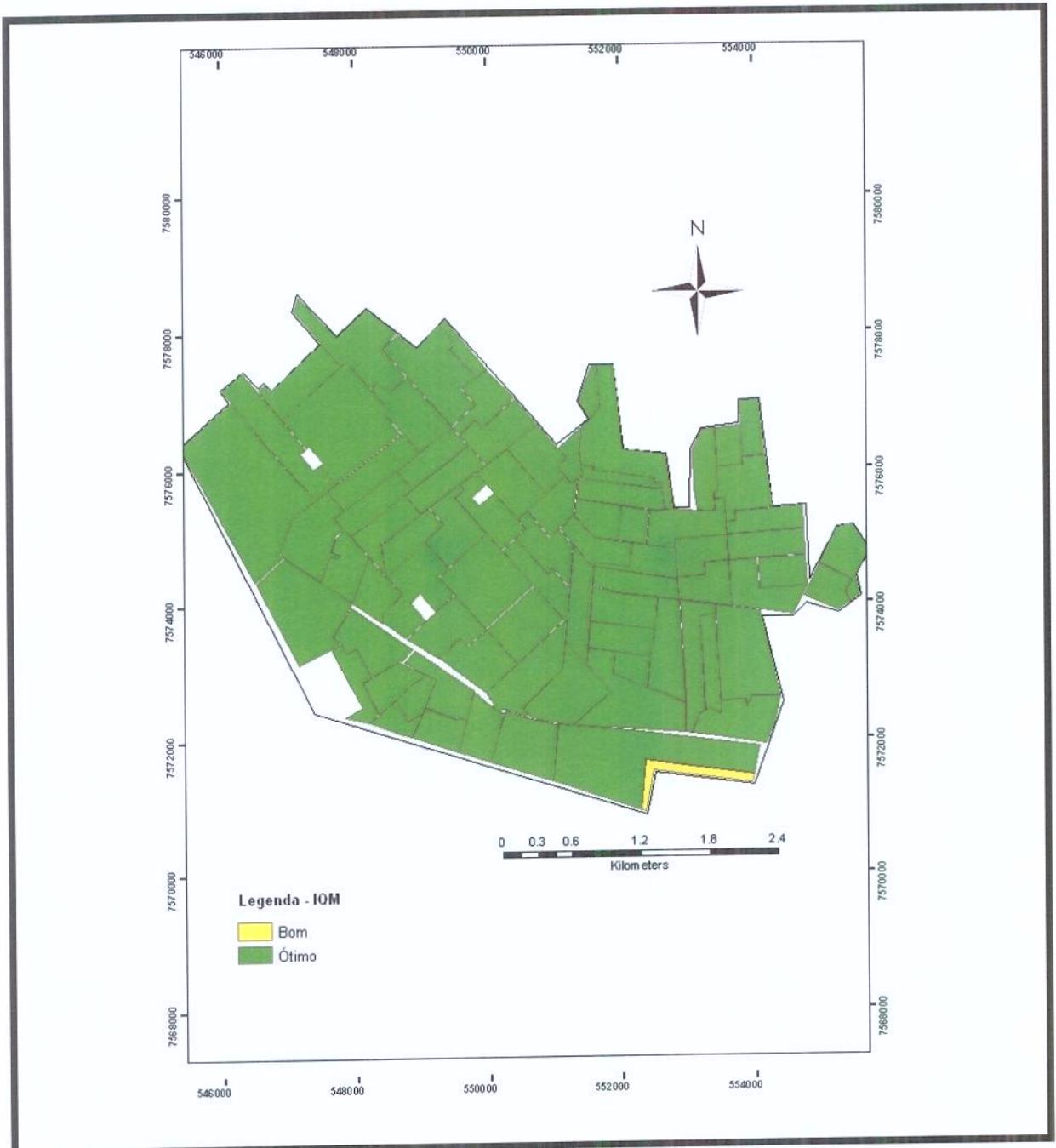
**Figura 7** – Correlação cruzada defasada entre proporção de incidência de dengue e indicador larvário.

Observa-se na Figura 7 que a correlação defasada em 2 meses, apresenta alta correlação positiva para os anos de 2006 e 2007, sendo 0,83 e 0,92

respectivamente, estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Com defasagem maior, esta correlação diminui, assim como com defasagem menor que 2 meses.

#### **4.2 – Análise dos Indicadores de Qualidade Socioambiental.**

Primeiramente são apresentados os indicadores de qualidade das moradias construídos por Setores Censitários no município de Tupã (Figura 8).

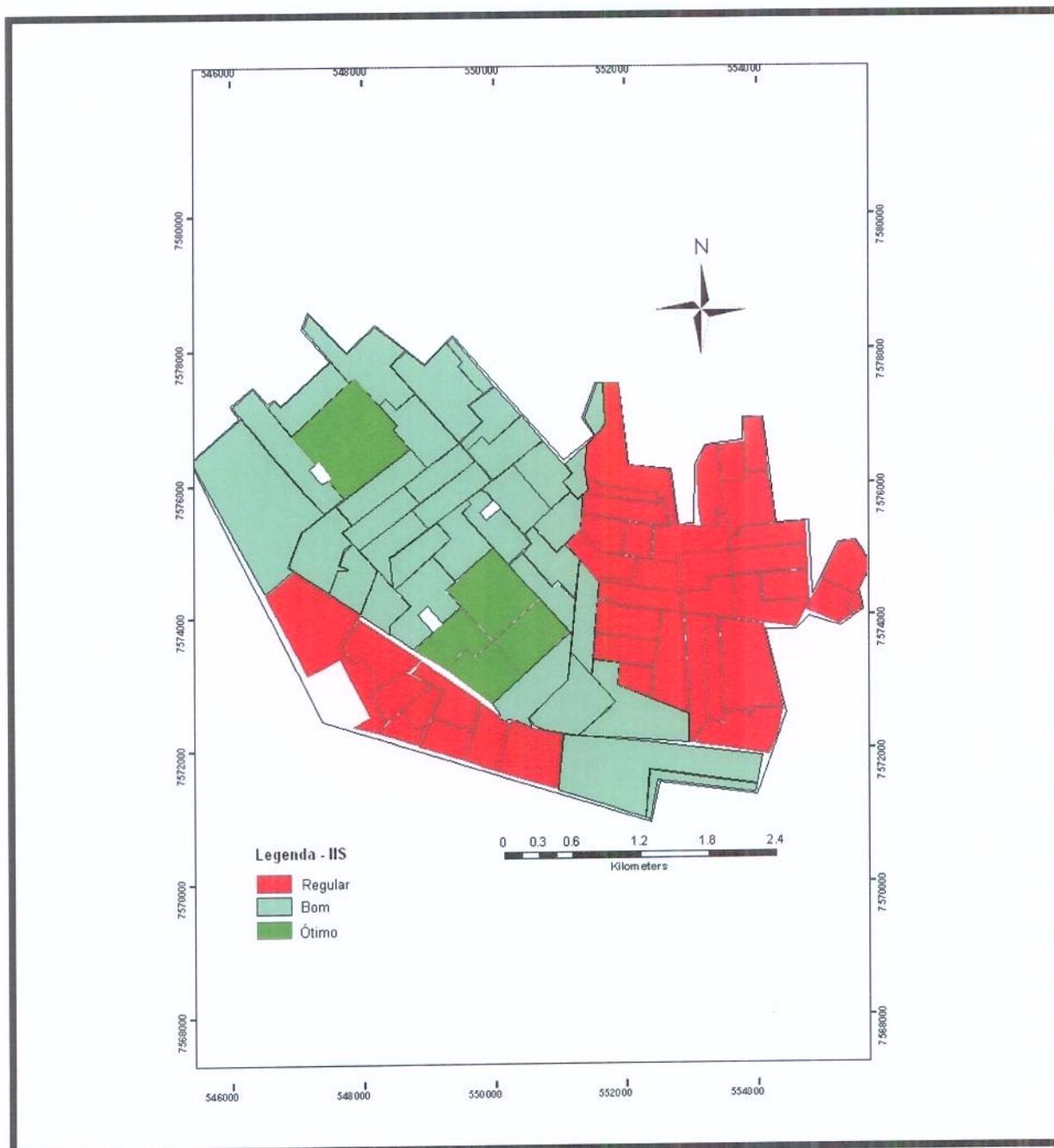


**Figura 8** – Índice de Qualidade da Moradia por Setores Censitários no município de Tupã.

Na Figura 8, nota-se que apenas 1 setor, localizado na região sudeste do município não atingiu a classificação de ótimo para a qualidade da moradia. Por ser um setor censitário na região periférica do município, há algumas chácaras

onde o abastecimento de água é feito através de poço artesiano e o esgoto é coletado em fossas sépticas e parte do lixo é queimada.

A Figura 9 apresenta a distribuição espacial do Índice de Inserção Social por Setores Censitários no município de Tupã.

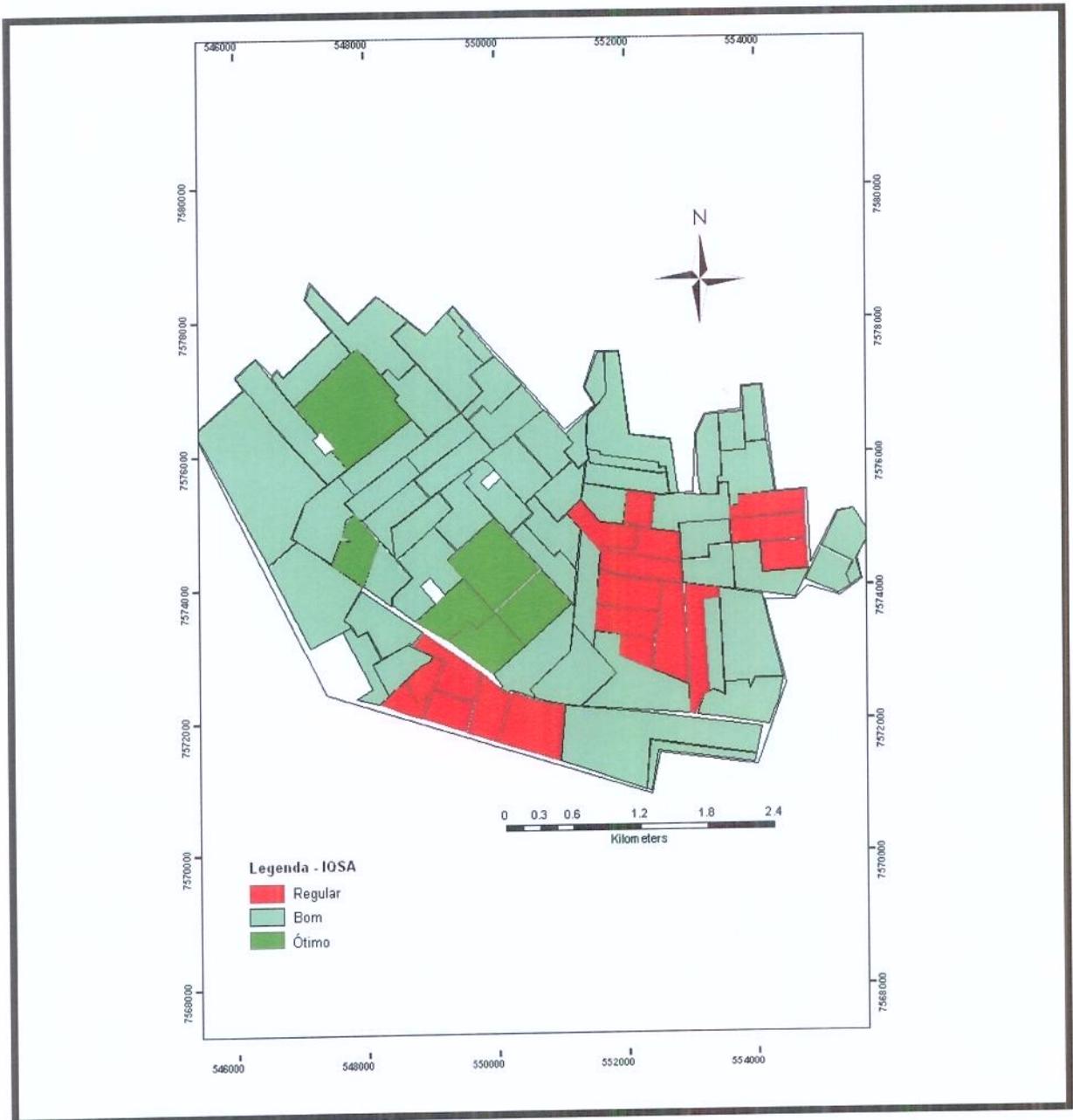


**Figura 9** – Índice de Inserção Social por Setores Censitários no município de Tupã.

Na Figura 9 pode-se observar que na região leste e sul há uma concentração de setores censitários com padrão de inserção social regular.

Nestes setores concentram-se as piores médias de renda, com no máximo dois salários mínimos por residência e também os piores níveis de escolaridade, onde a média de anos de estudo dos setores censitários são de no máximo oito.

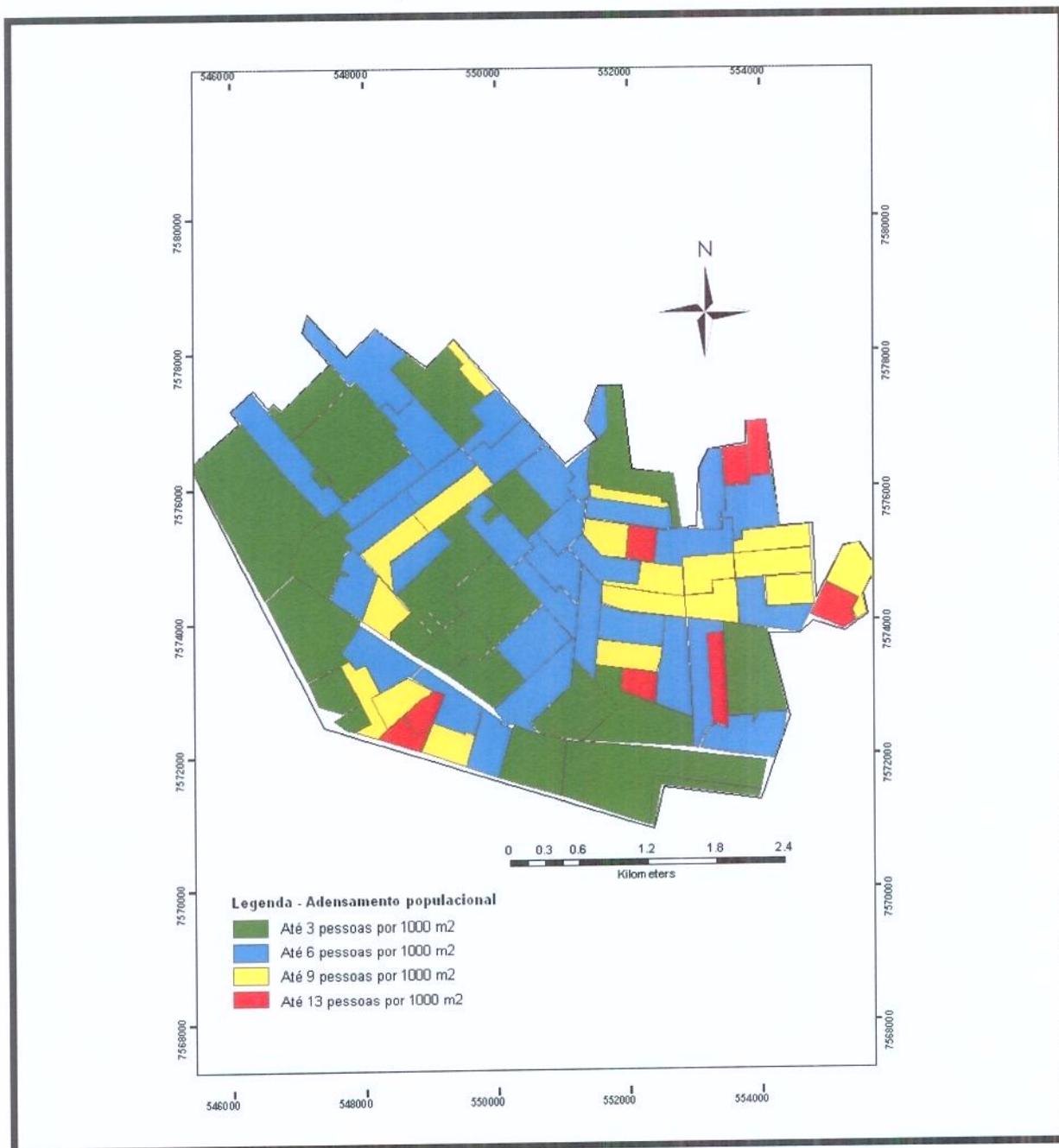
A Figura 10 mostra a distribuição espacial do Índice de Qualidade Socioambiental por Setores Censitários no município de Tupã, composto pelos dois indicadores anteriores.



**Figura 10** – Índice de Qualidade Socioambiental por Setores Censitários no município de Tupã.

O IQSA da Figura 10 apresenta cerca de 20% do município com índice regular, sendo que essas áreas se concentram nas regiões leste e sul do município.

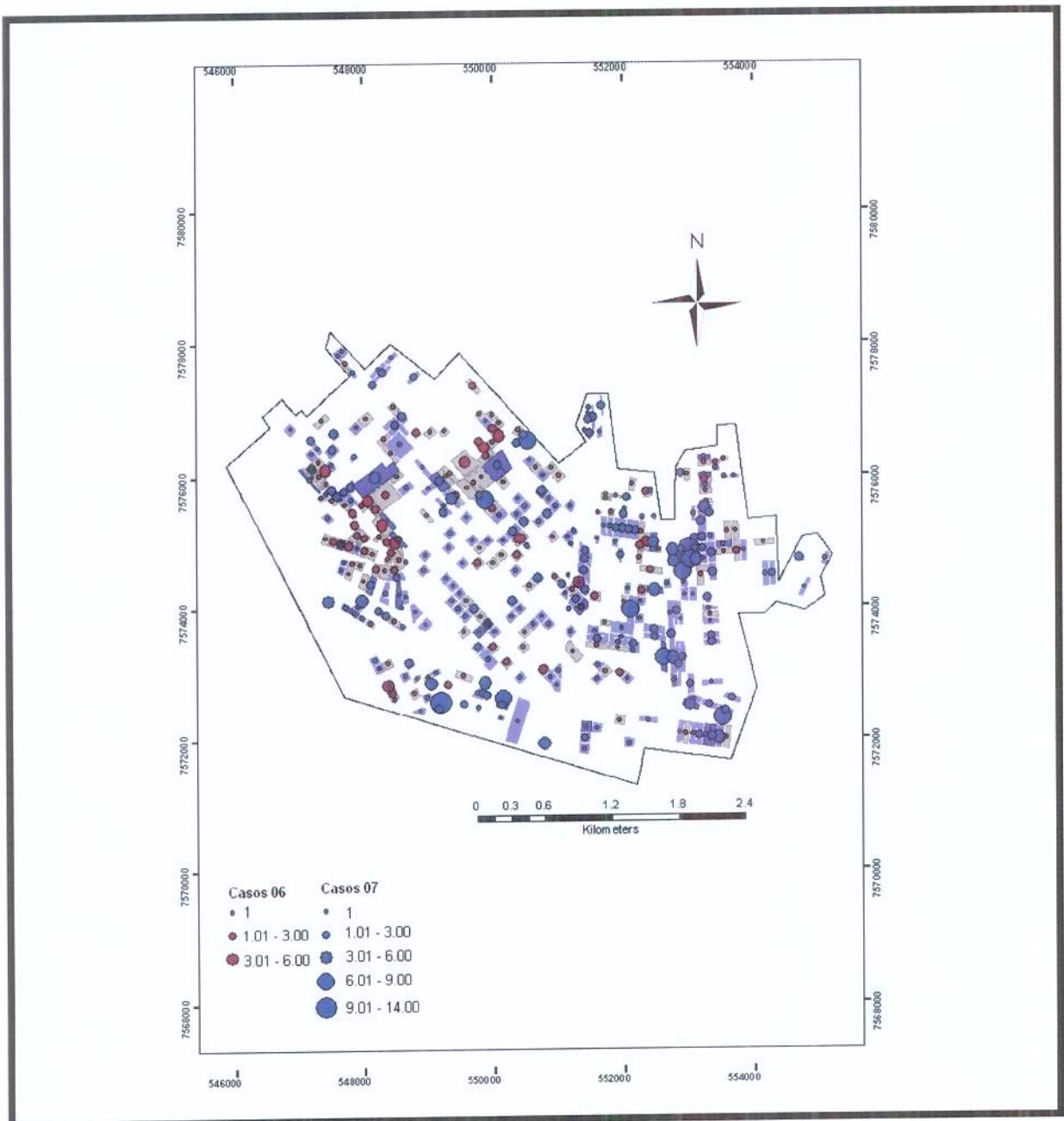
O mapa construído da distribuição espacial do Número de pessoas para cada 1000 metros quadrados no município de Tupã a partir das informações extraídas do censo demográfico do IBGE de 2000 é apresentado na Figura 11.



**Figura 11** – Número de pessoas para cada 1000 metros quadrados no município de Tupã, segundo informações do IBGE, censo demográfico de 2000.

A Figura 11 mostra que o município possui um adensamento populacional não muito elevado, pois nos setores em vermelho, para cada 1000 metros quadrados o número máximo é de 13 pessoas.

O mapa da distribuição espacial dos casos de dengue no município de Tupã nos anos de 2006 e 2007 é apresentado na Figura 12.

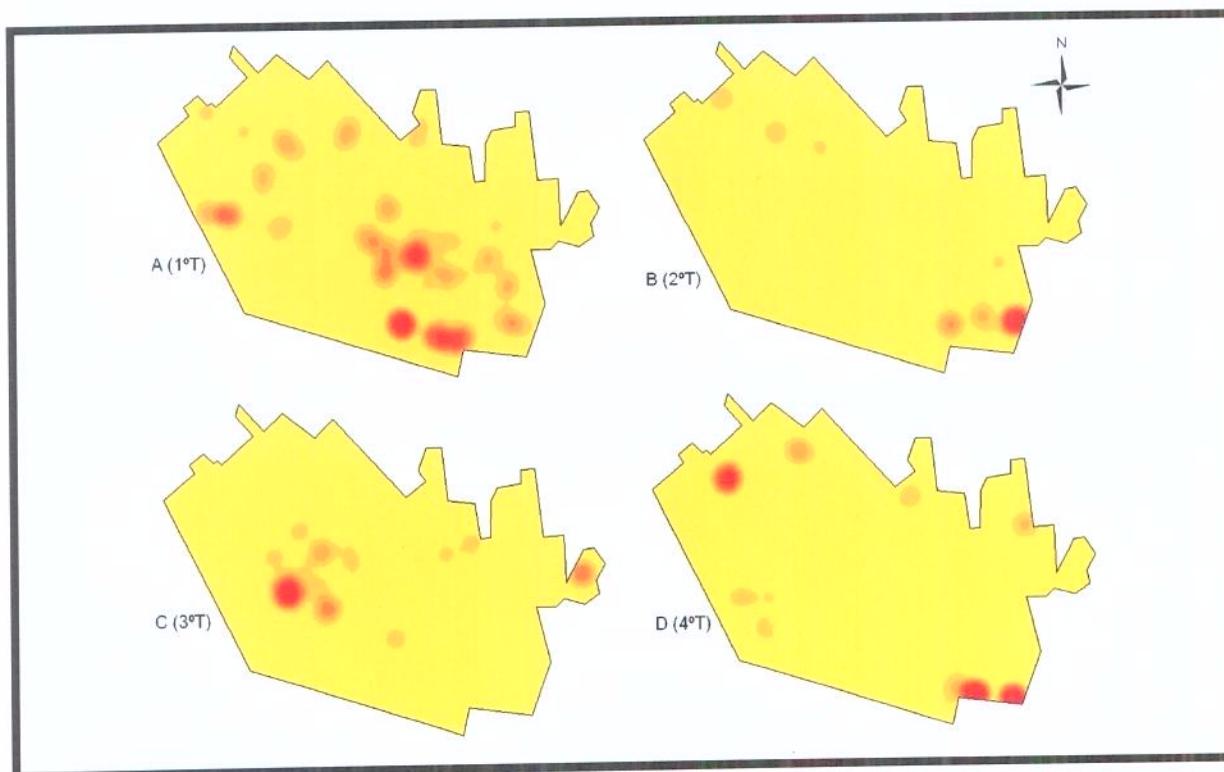


**Figura 12** – Distribuição espacial dos casos de dengue no município de Tupã nos anos de 2006 e 2007.

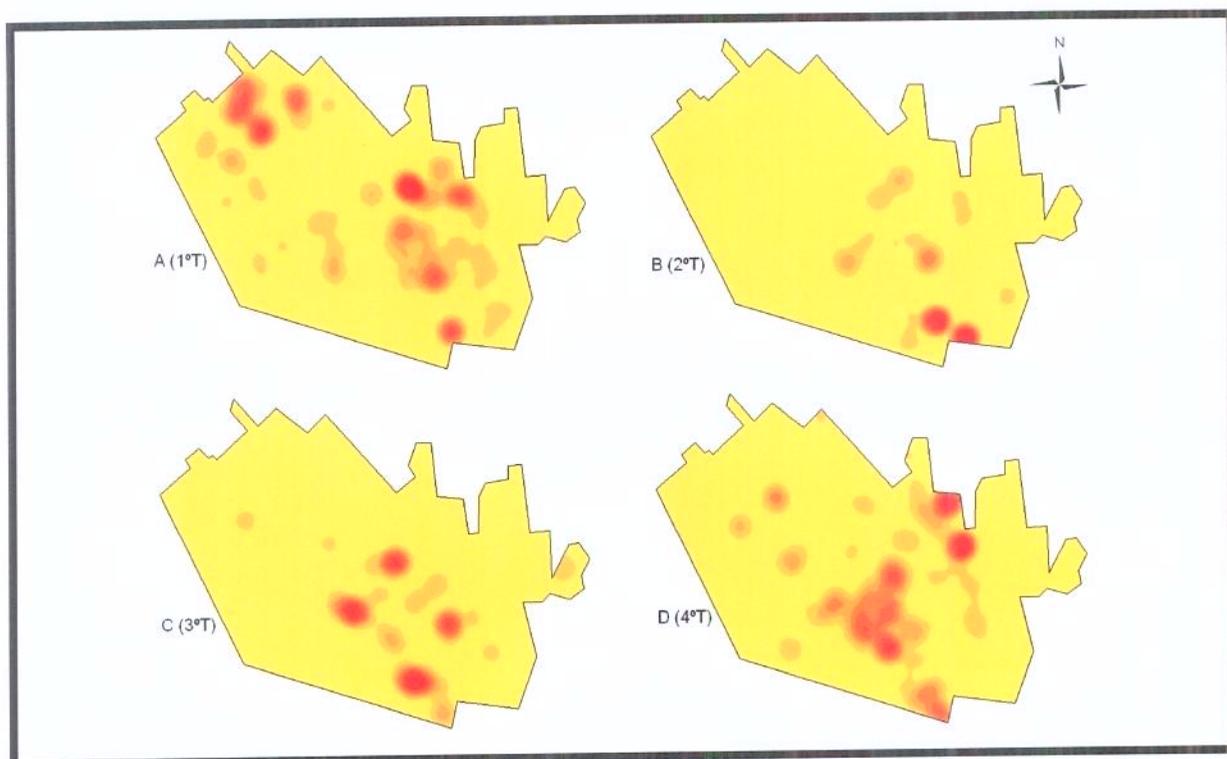
A Figura 12 indica que no ano de 2006 os casos ocorrem em praticamente todo o município, porém com uma concentração maior na região centro-oeste e norte do município. Como em 2006, no ano de 2007, a ocorrência de dengue acontece em grande parte do município, porém diferentemente do ano anterior a maior concentração ocorre na região leste e sul.

#### 4.3 – Análise da distribuição espaço-temporal de larvas e Casos de dengue.

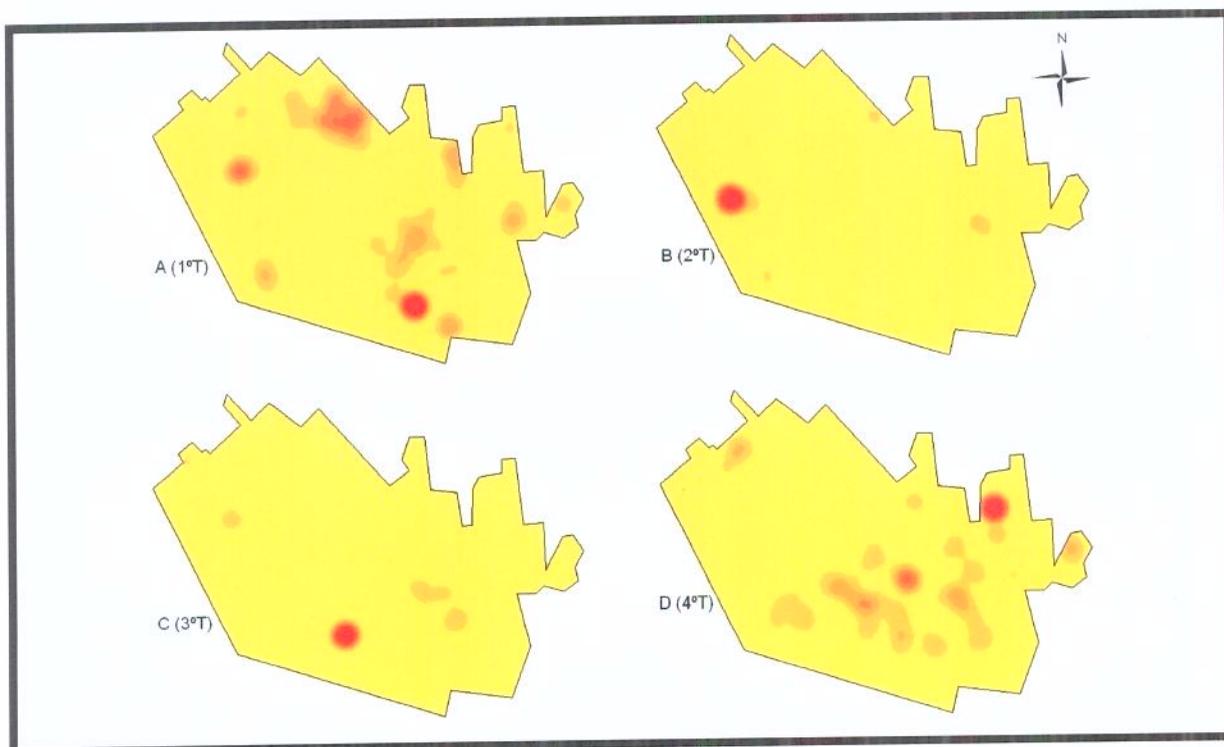
Nas Figuras 13 a 16 (A-D) são apresentados os mapas relativos à modelagem espacial kernel para visualização da distribuição espaço-temporal de larvas medidas pelo indicador larvário por quarteirão segundo trimestre no período de 2004 a 2007.



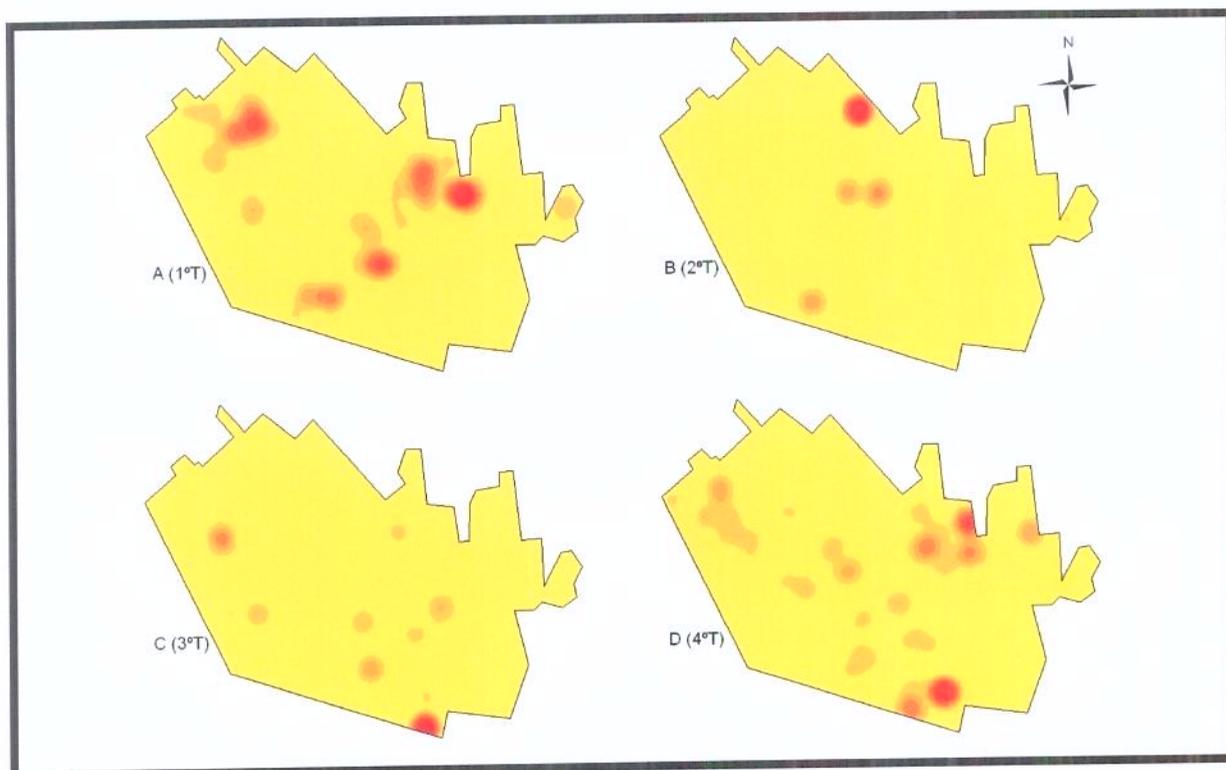
**Figura 13** – Mapa de densidade Kernel do indicador larvário por quarteirão no município de Tupã, segundo trimestre no ano de 2004.



**Figura 14** – Mapa de densidade Kernel do indicador larvário por bairro no município de Tupã, segundo trimestre no ano de 2005.



**Figura 15** – Mapa de densidade Kernel do indicador larvário por bairro no município de Tupã, segundo trimestre no ano de 2006.



**Figura 16** - Mapa de densidade Kernel do indicador larvário por quarteirão no município de Tupã, segundo trimestre no ano de 2007.

As variações apresentadas nos mapas da Figura 13 (A-D) são bastante distintas na área de estudo. Na Figura 13-A, há uma maior concentração espacial de larvas na região central e sudeste. Já na Figura 13-B a maior concentração ocorre na parte leste do mapa. Em 13-C, ocorre maior concentração na região centro-oeste e em 13-D há dois pontos de concentração, sendo um a noroeste e outro a sudeste. Ao longo de todo ano de 2004, observa-se diferentes concentrações de recipientes com larvas nos diferentes períodos do ano e uma maior dispersão no primeiro trimestre do ano.

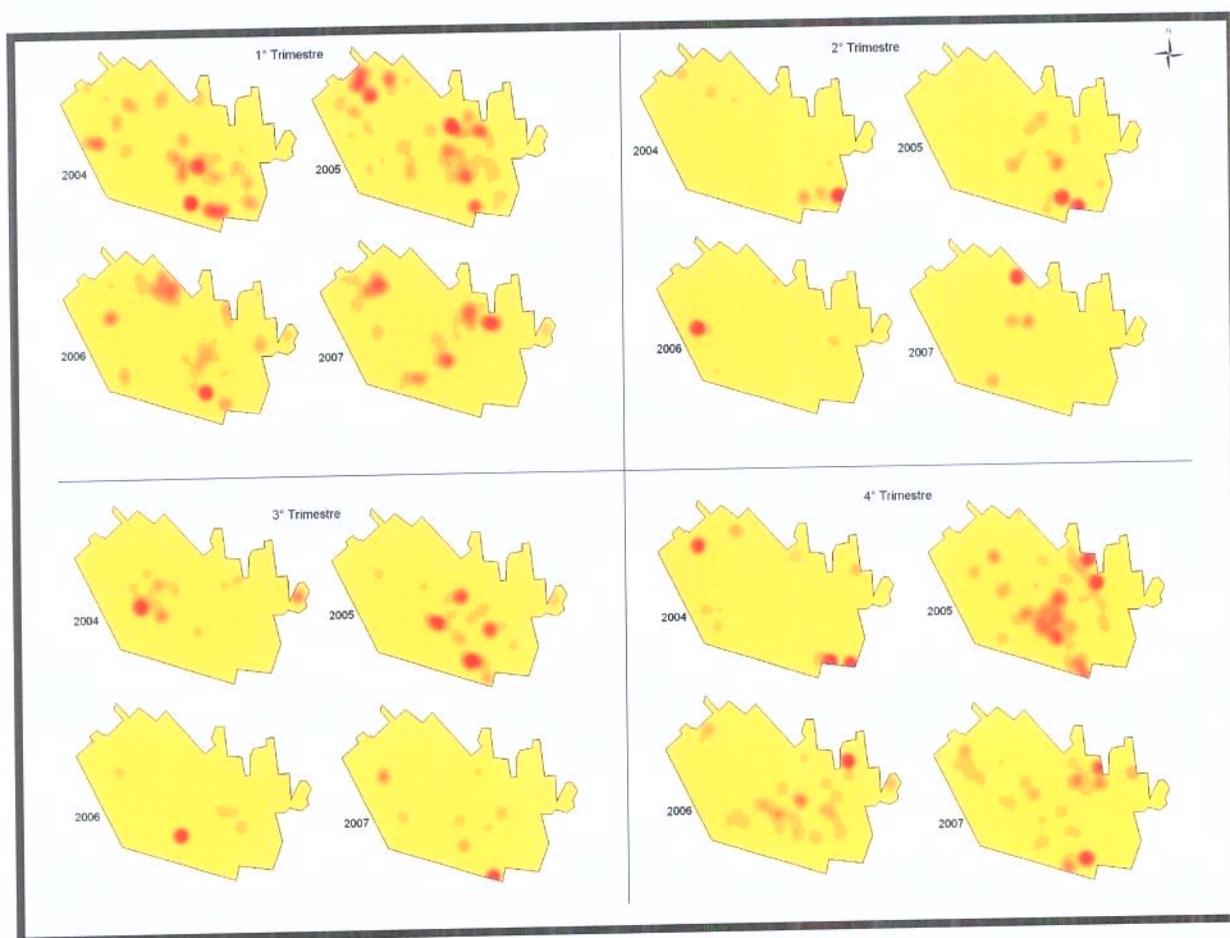
Na Figura 14, observa-se que há uma concentração de recipientes com larvas no primeiro trimestre (A) na região noroeste, centro-norte e também ao sudeste. No segundo trimestre (B), essa concentração ocorre mais ao sul e em menor intensidade no centro. O terceiro trimestre (C) a concentração ocorre mais ao centro, em direção ao sul. No quarto trimestre (D), uma maior concentração ao

norte e também no centro, com uma região maior assim como no primeiro trimestre.

Observam-se na Figura 15 quatro pontos de concentração de recipientes com larvas, sendo um em cada trimestre, onde no primeiro (A) a maior concentração de recipientes com larvas ocorre ao sudeste, no segundo (B) na região oeste, no terceiro (C) ao sul e no quarto, a nordeste. Assim como em 2005, no ano de 2006 há um maior espalhamento nos aglomerado no primeiro e quarto trimestre (A e D).

Na Figura 16 observam-se as concentrações de recipientes com larvas ocorrendo no primeiro trimestre (A) na região nordeste, centro-sul e oeste. No segundo trimestre (B) uma concentração ao norte, e outras menos intensas no centro e sul. No terceiro trimestre (C), concentração de recipientes com larvas mais intensas ao sul e outras menos intensas no centro e em direção a oeste. No quarto trimestre (D) ocorrem maiores concentrações de recipientes com larvas nas regiões sul e norte e outras menos intensas ao norte, nordeste e oeste.

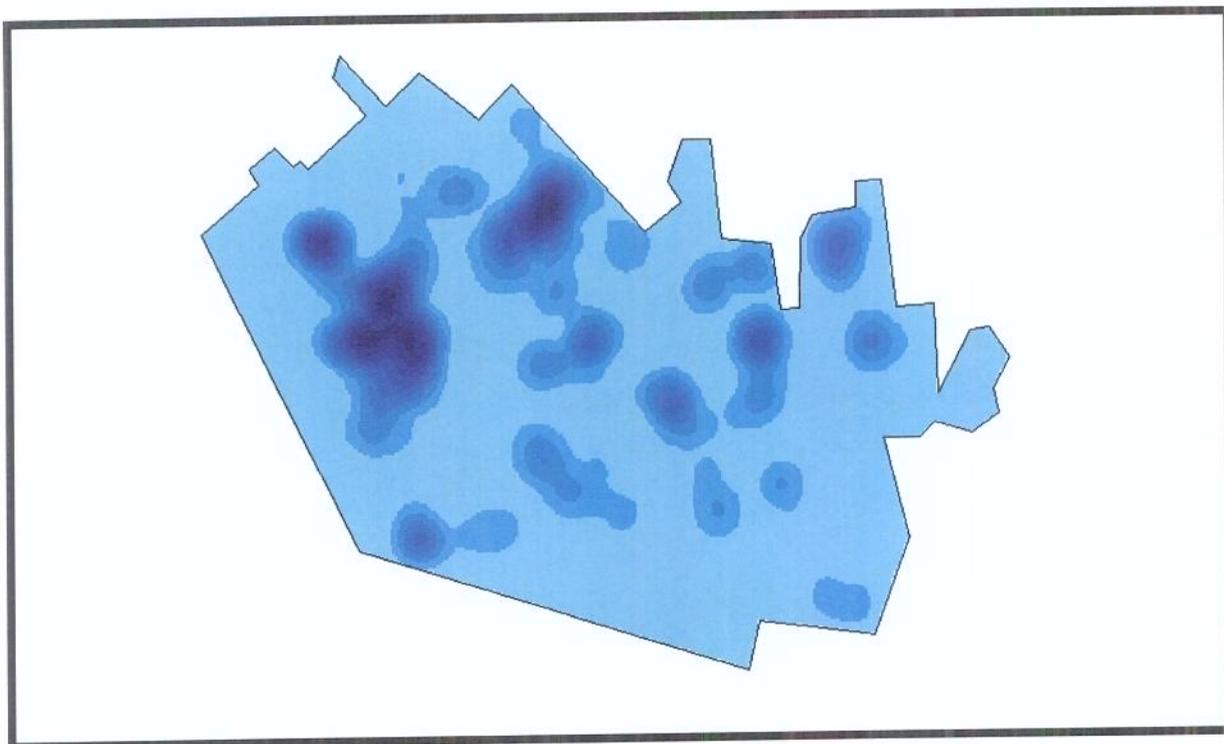
Na Figura 17 são apresentados os mapas da modelagem Kernel para visualização da distribuição espaço-temporal de recipientes com larvas por trimestre e ano.



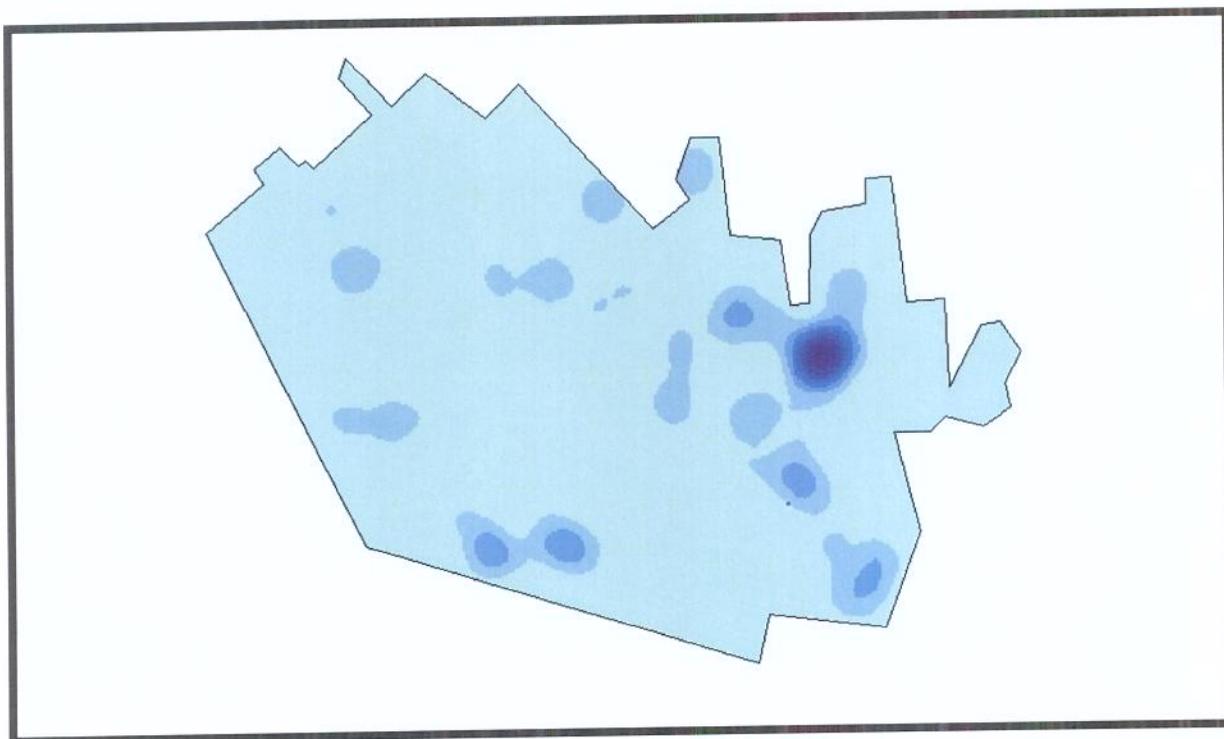
**Figura 17** – Mapa de densidade Kernel do indicador larvário por bairro no município de Tupã, segundo trimestre e ano de 2004 a 2007.

Nesta Figura, vê-se que a distribuição por trimestre para os quatro anos não segue o mesmo padrão de distribuição, ou seja, nos diferentes anos os aglomerados de recipientes com larvas se encontram em diferentes regiões. Fica evidente também um número maior de aglomerados no primeiro trimestre de cada ano, e uma menor concentração no segundo trimestre.

Nas Figuras 18 e 19 são apresentados os mapas relativos à modelagem kernel para visualização da distribuição espaço-temporal de casos de dengue nos anos de 2006 e 2007.



**Figura 18** – Mapa de densidade Kernel dos casos de dengue no município de Tupã no ano de 2006.



**Figura 19** – Mapa de densidade Kernel dos casos de dengue no município de Tupã no ano de 2007.

Na Figura 18, nota-se uma distribuição dos casos de dengue por grande parte do município, onde os maiores aglomerados são observados na região norte e oeste do município.

Na Figura 19, um grande aglomerado é observado na região nordeste do município. Alguns outros em menor intensidade ao sul e sudeste, ao norte e oeste. Nota-se uma concentração diferente de casos nos dois anos de ocorrência da doença.

## 5 – DISCUSSÃO

A atividade “Casa a Casa” no município de Tupã é realizada por equipes de Controle de Vetores e equipes do PACS/PSF, trabalhando de forma integrada no combate ao vetor *Aedes aegypti*. A diferença entre essas equipes é a periodicidade em que a cobertura dos imóveis é realizada, além da atuação dos ACS que não realizam a eliminação de potenciais criadouros de larvas, e sim, orientam o morador a fazê-lo. Já os ACV, além de orientar, realizam a eliminação de potenciais criadouros. No PSF, os ACS visitam os imóveis mensalmente enquanto que os ACV visitam os imóveis com periodicidade trimestral. Chiaravalloti-Neto et al. (2006) mostraram em estudo realizado na cidade de São José do Rio Preto que as ações realizadas em duas áreas de abrangência, sendo uma do PSF, realizada pelos ACS e outra do Controle de Vetores, realizada pelos ACV, obtiveram resultados semelhantes. Concluíram que a integração dos dois programas é viável e representa otimização de recursos, possibilitando ainda maior envolvimento da comunidade no controle do dengue. Ainda neste mesmo estudo, Chiaravalloti-Neto et al. (2006) demonstraram que os ACS tem boas condições de interferir sobre as questões de prevenção nas comunidades onde atua.

No município de Tupã, a cobertura trimestral da atividade “Casa a Casa” foi atingida pelos agentes, quase na totalidade do município, excetuando os períodos onde houve epidemia de dengue. Mesmo com essa cobertura ainda houve epidemia de dengue nos anos de 2006 e 2007. Resultado semelhante foi encontrado por Chiaravalloti-Neto et al. (1999) na região de São José do Rio Preto onde a cobertura trimestral desta atividade, incluindo o “Arrastão”, foi alcançada totalmente ou em grande parte pela maioria dos municípios. Chiaravalloti-Neto et al. (1999) também observaram que mesmo com as coberturas realizadas pelos municípios, epidemias de dengue vinham ocorrendo na região de São José do Rio Preto, mostrando que estas atividades não foram suficientes para eliminar o risco de epidemias. Porém se o trabalho não viesse sendo executado, epidemias maiores poderiam ter ocorrido. Para Teixeira et al. (2001) a estratégia de combate

vetorial não vem favorecendo a obtenção do impacto epidemiológico desejado, que é o de interrupção da circulação dos vírus circulantes, e nem mesmo assegura a redução do risco de introdução de outros sorotipos do vírus da dengue.

A sazonalidade da positividade de recipientes com larvas encontradas neste estudo ficou bem caracterizada com as estações mais quentes e úmidas do ano, corroborando com outros estudos que também encontraram sazonalidade marcante nos mesmos períodos, como Chiaravalloti-Neto (1997), Serpa et al. (2006) e Chadee et al. (2007). Também ficou caracterizada a ocorrência de positividade de recipientes em todos os meses do período de estudo, evidenciando manutenção da infestação nos níveis observados, sugerindo até agora que há um esgotamento no atual nível de controle, ou seja, não indicam haver tendência de diminuição do nível de infestação larvária no município.

A correlação cruzada defasada entre os indicadores larvários e os casos de dengue, mostrou-se significativa quando se utilizou uma defasagem (time-lag) de 2 meses. Neste caso, os indicadores larvários foram suficientes para descrever o comportamento da epidemia nos 2 anos de ocorrência. No Brasil, segundo Corrêa et al. (2005) poucos estudos analisaram esta relação e os resultados são discordantes. O que deve ser considerado nos resultados desta pesquisa é que a infestação larvária, embora não seja o indicador adequado para medir o risco de ocorrência de dengue, deve ser considerado como sentinela para a presença de mosquitos adultos no município, e o seu comportamento deve ser analisado. Assim, há necessidade de aprimorar a vigilância entomológica, para manter os níveis de infestação os mais baixos possíveis, e orientar ações de controle vetorial e o ambiente minimizando o impacto do dengue na população.

No Estado de São Paulo foram isolados três sorotipos do vírus da dengue: Den-1, Den-2 e Den-3, que causaram várias epidemias, desde 1987. Em Tupã, nos anos de 2006 e 2007, foram registrados, 272 e 672 casos de dengue respectivamente. Nos dois anos, quase a totalidade dos casos ocorreram no primeiro semestre, período mais quente e úmido do ano. Em 2006, a epidemia

acometeu um maior número de pessoas na região norte e oeste do município, porém com ocorrência de casos em praticamente todo o município. Já no ano de 2007, a região onde ocorreu o maior número de casos foi a nordeste do município, e assim como em 2006, também ocorreram casos em praticamente todo o município. Importante ressaltar que é freqüente a infecção assintomática causada pelo vírus da dengue e por conseqüência a subnotificação de casos, mesmo quando o indivíduo apresenta a forma clássica, em virtude do quadro clínico ser confundido com viroses febris (Teixeira et al., 1999).

Talvez a explicação mais lógica para a ocorrência de casos concentrados em duas regiões diferentes do município de Tupã, nos dois anos de epidemia, seja a diminuição de susceptíveis na região onde um maior número de casos ocorreu no primeiro ano, deslocando desta maneira a transmissão do ano seguinte para outra área. Teixeira et al. (2005), atribuíram uma maior possibilidade na redução da incidência de casos de dengue nas ondas epidêmicas ao decréscimo no número de indivíduos susceptíveis do que às medidas de controle. Almeida et al. (2008) analisando 7 anos de epidemia de dengue em Belo Horizonte/MG, de 1996 a 2002 observaram que houve concentrações de áreas de maiores incidências e que a queda no número de casos em cada alça epidêmica podem ser atribuídos ao esgotamento dos susceptíveis, intervenção do controle vetorial e condições naturais desfavoráveis, como a diminuição da temperatura e umidade, reduzindo a densidade vetorial.

A comparação dos índices de qualidade socioambiental com a ocorrência de recipientes com larvas e os casos de dengue no município de Tupã no período estudado, não evidencia associação entre os indicadores. Alguns estudos que procuraram esta associação também apontaram resultados discordantes. Mondini e Chiaravalloti-Neto (2007) encontraram relação entre incidência de dengue, e piores níveis socioeconômicos, no período de 1994-1995, porém essa associação não se confirmou no restante do estudo, de 1995 a 2002. Costa e Natal (1998) encontraram associação entre incidência de dengue, e piores níveis socioeconômicos, analisando dados da epidemia de dengue no município

de São José do Rio Preto de janeiro a julho de 1995. Já Vasconcelos et al. (1998 e 1999) encontraram maior soroprevalência de dengue na população com maior renda e escolaridade em São Luis, no Maranhão e em Fortaleza, Ceará.

Os mapas de densidade kernel deste estudo apontam para uma distribuição da positividade de recipientes com larvas de modo irregular, ou seja, sem um padrão de variação definido da infestação na área de estudo. Ficou bem evidenciada uma maior infestação no primeiro trimestre de cada ano e menor no segundo. Também é observado que nos anos de 2004 e 2005 a intensidade da positividade é maior que nos anos de 2006 e 2007, ano em que houve epidemia. Souza-Santos e Carvalho (2000) também encontraram em trabalho realizado na Ilha do governador que em determinados ciclos, alguns quarteirões positivos não eram contíguos àqueles previamente positivos, corroborando com os resultados do presente estudo.

Nos anos de 2006 e 2007, quando houve casos de dengue, embora tenha ocorrido em grande parte do município, as concentrações se mostraram distintas espacialmente em cada ano. Almeida et al. (2008) estudando as epidemias de dengue em Belo Horizonte/MG, observaram mudanças no padrão espaço-temporal das epidemias nos sete anos de observação, com tendências à dispersão em ambas as dimensões. Em todas as epidemias eles observaram concentração de áreas de maior incidência. Costa e Natal (1998), entre outros, também observaram que a epidemia de dengue não ocorreu de forma homogênea na cidade.

O uso de técnicas de análise espacial neste estudo possibilitou a visualização de áreas de aglomerados de recipientes com larvas, indicando que este método pode ser utilizado para aperfeiçoar atividades de vigilância entomológica. Para isso é necessário que a análise seja feita logo após o momento da realização da atividade, intervindo nas áreas com maiores aglomerados de casos. Barcellos et al. (2005) em trabalho realizado em Porto Alegre concluíram que os sistemas de informações geográficas têm sido usados para o controle da dengue visando apontar áreas de maior intensidade de

transmissão, identificar áreas mais vulneráveis ao vetor e planejar ações de controle. No entanto, a maior potencialidade desses sistemas é permitir a análise conjunta desses dados, buscando otimizar as atividades de vigilância epidemiológica e entomológica. Para Barcellos e Bastos (1996) os mapas apresentam didaticamente elementos visíveis do espaço, isto é, sua base física codificada através de sinais e convenções que facilitam sua interpretação. O geoprocessamento permite a rápida apresentação destes mapas, bem como a superposição e interação entre estes. O geoprocessamento apresenta vantagens não só na detecção, mas na apresentação visual de agrupamentos. Neste caso, o geoprocessamento representa uma ferramenta de divulgação de resultados de investigações facilmente compreendidos pela população. A análise espacial de padrões epidemiológicos não pretende estabelecer associações causais no nível individual. Por outro lado, pode se transformar em um importante instrumento de análise nos estudos de avaliação dos impactos observados sobre determinadas áreas (Lourenço e Landim, 2005). Conhecer a estrutura e dinâmica espacial permite caracterização da situação em que ocorrem eventos de saúde. Além disso, permite o planejamento de ações de controle, alocação de recursos e a preparação de ações de emergência. Souza-Santos e Carvalho (2000) apresentam como maior vantagem do uso de técnicas de análise espacial, a fácil e rápida visualização de localidades expostas a diferentes graus de risco, sem serem afetadas pela divisão político-administrativa existente, bem como a possibilidade de criação de indicadores de riscos pautados em outros parâmetros. Ainda há poucos trabalhos sobre espacialização da dengue, como verificado por Araujo et al. (2008). Os mesmos autores apontam para a necessidade de avanços na utilização do geoprocessamento, principalmente nos estudos com vetores da dengue.

Algumas limitações do presente estudo ecológico podem ser atribuídas ao fato de trabalhar com dados secundários, desenvolvido para os interesses da vigilância e não para pesquisa, o que dificulta a recuperação de algumas informações perdidas. A atividade “Casa a Casa” utilizada na análise da positividade de recipientes com larvas no município, também tem suas limitações.

Nos períodos de férias de agentes, ou mesmo de mudança no quadro de funcionários, pode haver interrupção desta atividade. Como observado, houve diminuição na cobertura no primeiro semestre dos anos de 2006 e 2007, anos de epidemia de dengue. Neste período, outras atividades, como Controle de Criadouros e a Nebulização com equipamento UBV, precisaram ser realizadas para o controle da transmissão. Além disso, a análise Kernel do presente estudo não teve objetivo de identificar o risco de transmissão, e sim, aglomerados de recipientes positivos para larvas e de casos de dengue no período estudado. Para Souza-Santos e Carvalho (2000), a interpretação dos resultados obtidos mediante análise Kernel é subjetiva, dependendo principalmente do conhecimento do pesquisador no que se refere ao evento estudado e à área em questão. Já para Almeida et al. (2008) embora existam limitações o estudo de uma doença como o dengue, de transmissão vetorial, cujo mosquito normalmente apresenta deslocamento curto durante seu ciclo de vida, a localização pontual dos casos ou a agregação de informações em pequenas áreas, pode ser bastante esclarecedor.

Vale destacar ainda, que estudos descritivos têm sua importância pelo baixo custo e a forma rápida com que os resultados são obtidos, contribuindo para o conhecimento da dinâmica da infestação larvária, que pode ser utilizado por pesquisadores para ajudar na elucidação de questões relacionadas aos vetores da dengue e sua transmissão.

O combate ao *Aedes aegypti* vem apresentando, devido à complexidade da biologia deste vetor e sua capacidade de adaptação ao ambiente humano, dificuldades técnicas e operacionais para execução de suas atividades, buscando alcançar níveis de infestação compatíveis com a eliminação da transmissão (Teixeira et al., 2001). Há necessidade de maiores investimentos em metodologias adequadas, buscando sensibilizar a população sobre a necessidade de mudanças de comportamento que objetivem o controle do vetor (Braga e Valle, 2007). Tauil (2002) concluiu que não há experiência no mundo de eliminação de um vetor de doença realizada de forma descentralizada, com direção única em cada nível de governo, a exemplo do preconizado pelo Sistema Único de Saúde

brasileiro. Vale destacar a importância da participação da população no processo de controle do vetor, considerando que a população é responsável pela criação e/ou manutenção de potenciais criadouros de *Aedes aegypti*, assim como de sua eliminação.

## 6 – CONCLUSÕES

Nota-se que a realização da atividade “Casa a Casa” feita pelas equipes de Agentes Comunitários de Saúde e pelo Controle de Vetores da forma como está sendo realizada não tem se mostrado capaz de mudar o padrão atual de infestação encontrado no município, indicando haver um esgotamento do atual nível de controle.

Observa-se também que a distribuição espacial da positividade de recipientes com larvas, não tem padrão de distribuição homogêneo, indicando não haver associação com os indicadores socioambientais avaliados nesta pesquisa.

Os casos de dengue ocorridos nos anos de 2006 e 2007 se distribuíram em grande parte do município e os maiores aglomerados ocorreram em áreas distintas nos 2 anos. Também se conclui que os aglomerados espaciais de casos de dengue não indicam haver uma associação com os níveis socioambientais avaliados nesta pesquisa.

Por outro lado, embora haja limitações, o estudo mostra que o uso de técnicas de geoprocessamento podem ser ferramentas importantes na determinação de áreas onde a infestação se apresenta com níveis mais elevados, auxiliando na tomada de decisões sobre priorização de áreas a serem mais bem trabalhadas. Porém, visto que a distribuição dos recipientes com larvas é heterogênea, a validade do resultado só poderá ser aplicada se a análise for feita imediatamente após a realização da atividade.

## 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida MCM, Assunção RM, Proietti FA, Caiaffa WT. Dinâmica intra-urbana das epidemias de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 1996-2002. *Cad Saúde Pública*. 2008; 24(10): 2385-95.
2. Araújo JR, Ferreira EF, Abreu MHNG. Revisão sistemática sobre estudos de espacialização da dengue no Brasil. *Rev Bras Epidemiol*. 2008; 11(4): 696-708.
3. Barcellos C, Bastos FI. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? *Cad Saúde Pública*. 1996; 12(3): 389-97.
4. Barcellos C, Pustai AK, Weber MA, Brito MRV. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2005; 38(3): 246-50.
5. Bailey TC, Gatrell AC. *An interactive spatial data analysis*. London: Ed. Longman Scientific and Technical; 1995.
6. Barreto ML, Teixeira MG. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. *Estud Av*. 2008; 22(44): 53-77.
7. Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiol Serv Saúde*. 2007; 16(2): 113-8.
8. Centro de Vigilância Epidemiológica – CVE – Secretaria de Estado da Saúde – SP – 2009 [homepage na internet]. Dengue. [Acesso em 2009, jun 30]. Disponível em: [http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/zoo/dengue\\_dados.html](http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/zoo/dengue_dados.html).
9. Chadee DD, Shivnauth B, Rawlins SC, Chen AA. Climate, mosquito indices and epidemiology of dengue fever in Trinidad (2002-2004). *Ann Trop Med Parasitol*. 2007; 101(1): 69-77.
10. Chiaravalloti-Neto F. Descrição da colonização de *Aedes aegypti* na região de São José do Rio Preto, São Paulo. *Rev Soc Bras Med Trop*. 1997; 30(4): 279-85.

11. Chiaravalloti-Neto F, Costa AIP, Moura MAS, Soares MRD, Pereira FC, Battigaglia M, et al. Avaliação de ações municipais de combate a vetores da dengue na região de São José do Rio Preto, São Paulo, 1989 a 1995. *Rev Soc Bras Med Trop.* 1999; 32(4): 357-62.
12. Chiaravalloti-Neto F, Barbosa AAC, Cesarino MB, Favaro EA, Mondini A, Ferraz AA, et al. Controle do dengue em área urbana do Brasil: avaliação do impacto do Programa Saúde da Família com relação ao programa tradicional de controle. *Cad Saúde Pública.* 2006; 22(5): 987-97.
13. Chieffi PP. Algumas questões decorrentes da reintrodução do *Aedes aegypti* no Brasil. *Cad Saúde Pública.* 1985; 1(3): 385-87.
14. Consoli RAGB, Lourenço-de-Oliveira R. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 1994.
15. Coordenadoria de Controle de Doenças - CCD. Dengue em números – Informe Técnico. *Boletim Epidemiológico Paulista.* 2007; 4(48): 19-22.
16. Correa PRL, Franca E, Bogotchi TF. Infestação pelo *Aedes aegypti* e ocorrência de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais. *Rev Saúde Publica.* 2005; 39(1): 33-40.
17. Costa AIP, Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinante socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. *Rev. Saúde Pública.* 1998; 32(3): 232-6.
18. Costa SB, Lourenço RW, Silveira TA. Metodologia para construção de indicadores de qualidade sanitária. *Boletim Técnico da Faculdade de Tecnologia de São Paulo.* 2007; 23: 43.
19. Depradine CA, Lovell EH. Climatological variables and the incidence of dengue fever in Barbados. *Int J Environ Health Res.* 2004; 14: 429-41.
20. Donalísio MR. O dengue no espaço habitado. 1ª ed. São Paulo: Hucitec; 1999.

21. Donalísio MR, Glasser CM. Vigilância entomológica e controle de vetores do Dengue. Rev Bras Epidemiol. 2002; 5(3): 259-79.
22. Focks, DA. A review of entomological sampling methods and indicators for dengue vectors. Geneva: World Health Organization; 2003.
23. Franco O. Reinfestação do Pará por *Aedes aegypti*. Rev Bras Malar Doenças Trop. 1969; 21(4): 729-31.
24. Freitas MR, Lorenço-de-Oliveira R. Presumed unconstrained dispersal of *Aedes aegypti* in the city of Rio de Janeiro, Brazil. Rev Saúde Pública. 2009; 43(1): 8-12.
25. Glasser CM, Gomes AC. Infestação do Estado de São Paulo por *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Rev Saúde Pública. 2000; 34(6): 570-7.
26. Glasser CM, Gomes AC. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. Rev Saúde Pública. 2002; 36(2): 166-72.
27. Gomes, AC. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (stegomyia) aegypti* e *Aedes (stegomyia) albopictus* em programa de vigilância entomológica. Inf Epidemiol SUS. 1998; 7(3): 49-57.
28. Gubler DJ. Dengue and Dengue Haemorrhagic fever. Clin Microbiol Rev. 1998; 11(3): 480-96.
29. Halstead SB. Dengue haemorrhagic fever - a public health problem and a field for research. Bull World Health Organ. 1980; 58(3): 375-97.
30. Hammon WM, Rudnick A, Sather GE. Viruses associated with epidemic hemorrhagic fevers of the Philippines and Thailand. Science. 1960; 131: 1102-3.

31. Hino P, Villa TCS, Sasaki CM, Nogueira JA, Santos CB. Geoprocessamento aplicado à área da Saúde. Rev Latino-am Enfermagem [online]. 2006; 14(6): 939-43.
32. Honório NA, Silva WC, Leite PJ, Gonçalves JM, Lounibos LP, Lourenço-de-Oliveira R. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the state of Rio de Janeiro, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2003; 98(2): 191-8.
33. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE [homepage na internet] Censo demográfico, 2000. Brasil. [acesso em 2008, set 20]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>.
34. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE [homepage na internet] Serviços de Saúde, 2005. Brasil. [acesso em 2008, set 20]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindows.htm?1>.
35. Lima JTF. Risco de urbanização da febre amarela no Brasil. Cad Saúde Pública. 1985; 1(3): 377-84.
36. Lourenço RW, Landim PMB. Mapeamento de áreas de risco à saúde pública por meio de métodos geoestatísticos. Cad Saúde Pública. 2005; 21(1): 150-60.
37. Lowy I. Yellow fever in Rio de Janeiro and the Pasteur Institute mission (1901-1905): the transfer of science to periphery. History of medicine. 1990; 34: 144-63.
38. Lowy I. Representing and intervening in public health: viruses, mosquitoes and Rockefeller Foundation experts in Brazil. Hist cienc saude-Manguinhos. 1999; 5(3): 647-77.
39. Ministério da Saúde. Superintendência de Campanhas de Saúde Pública – SUCAM. Brasília; 1986.
40. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Plano Diretor de Erradicação do *Aedes aegypti* do Brasil (PEAa). Brasília (DF); 1996.

41. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Plano de Intensificação das ações de controle do dengue (PIACD). Brasília (DF); 2001.
42. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue - PNCD. Brasília (DF); 2002.
43. Mondini A, Chiaravalloti-Neto F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. Rev Saúde Pública. 2007; 41(6): 923-30.
44. Muir LE, Kay BH. *Aedes aegypti* survival and dispersal estimated by mark-release-recapture in northern Australia. Am J Trop Med Hyg. 1998; 58(3): 277-82.
45. Nascimento LFC, Batista GT, Dias NW, Catelani CS, Becker D, Rodrigues L. Análise espacial da mortalidade neonatal no vale do Paraíba, 1999 a 2001. Rev Saúde Pública. 2007; 41(1): 94-100.
46. Nelson JM. *Aedes aegypti*: Biología y ecología. Washington DC. Organización Pan-Americana de la Salud; 1986.
47. Nogueira RMR, Miagostovich MP, Filippis AMB, Pereira MAS, Schatzmayr HG. Dengue virus type 3 in Rio de Janeiro, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2001. 96(7): 925-6.
48. Nogueira RMR, Schatzmayr HG, Filippis AMB, Santos FB, Cunha RV, Coelho JO, et al. Dengue Virus Type 3, Brazil, 2002. Emerging Infectious Diseases. 2005; 11(9): 1376-81.
49. Organização Pan-Americana de Saúde. Diretrizes relativas à prevenção e ao controle do dengue e da dengue hemorrágica nas Américas. Washington: OPS; 1991.
50. Pinheiro FP, Corber SJ. Global situation of dengue and dengue haemorrhagic fever, and its emergence in the Americas. World Health Stat Q. 1997; 50(3-4): 161-9.

51. Pontes RJS, Ruffino-Neto A. Dengue em localidade urbana da região sudeste do Brasil: aspectos epidemiológicos. *Rev Saúde Pública*. 1994; 28(3): 218-27.
52. Reiter P, Amador MA, Anderson RA, Clark GG. Short Report: dispersal of *Aedes aegypti* in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. *Am J Trop Med Hyg*. 1995; 52(2): 177-9.
53. Russel PK, Yuill TM, Nisalak A, Udomsakdi S, Gould DJ, Winter PE. An Insular outbreak of dengue hemorrhagic fever: II. virologic and serologic Studies. *Am J Trop Med Hyg*. 1968; 17(4): 600-8.
54. Sangkawibha N, Rojanasuphot S, Viriyapongse S, Jatanasen S, Salitul V, Phanthumachinda B, et al. Risk factors in dengue shock syndrome: a perspective epidemiologic study in Rayong, Thailand. I. The 1980 outbreak. *Am J Epidemiol*. 1984; 120(5): 653-69.
55. Serpa LLN, Costa KVRM, Voltolini JC, Kakitani I. Variação sazonal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no município de Potim, São Paulo. *Rev Saúde Pública*. 2006; 40(6): 1101-5.
56. Silva, Marcos. As brigadas sanitárias e a Febre Amarela na cidade de Santos: 1903 a 1938 [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública; 2003.
57. Sisaed: Sistema de Informação para registro das Atividades do Programa de Controle da Dengue no Estado de São Paulo. Versão 4.0. São Paulo (SP); 2002.
58. Soper FL. The 1964 status of *Aedes aegypti* eradication and yellow fever in the Americas. *Am J Trop Med Hyg*. 1965; 14(6): 887-91.
59. Sousa-Santos R, Carvalho MS. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2000; 16(1): 31-42.

60. Tauil PL. Urbanização e ecologia do dengue. *Cad Saúde Pública*. 2001; 17(sup): 99-102.
61. Tauil PL. Aspectos críticos do controle de dengue no Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2002; 18(3): 867-71.
62. Teixeira MG, Barreto ML, Guerra Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. *Inf Epidemiol SUS*. 1999; 8(4): 5-33.
63. Teixeira MG, Costa MC, Barreto ML, Barreto FR. Epidemiologia do dengue em Salvador-Bahia, 1995-1999. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2001; 34(3): 269-74.
64. Teixeira MG, Costa MCN, Barreto ML, Mota E. Dengue and dengue hemorrhagic fever epidemics in Brazil: what research is needed based on trends, surveillance, and control experience? *Cad Saúde Pública*. 2005; 21(5): 1307-15.
65. Trpis M, Hausermann W. Dispersal and other Population Parameters of *Aedes aegypti* in an African Village and their Possible Significance in Epidemiology of Vector-Borne Diseases. *Am J Trop Med Hyg*. 1986; 35(6): 1263-79.
66. Vasconcelos PFC, Lima JWO, Rosa APAT, Timbó, MJ, Rosa EST, Lima HR, et al. Epidemia de dengue em Fortaleza, Ceará: inquérito soro-epidemiológico aleatório. *Rev Saúde Pública*. 1998; 32(5): 447-54.
67. Vasconcelos PFC, Lima JWO, Raposo ML, Rodrigues SG, Rosa JFST, Amorim SMC, et al. Inquérito soro-epidemiológico na Ilha de São Luis durante epidemia de dengue no Maranhão. *Rev Soc Med Trop*. 1999; 32(2): 171-9.
68. Watts DM, Porter KR, Putvatana P, Vasquez B, Calampa C, Hayes CG, et al. Failure of secondary infection with American genotype dengue 2 to cause dengue haemorrhagic fever. *The lancet*. 1999; 354: 1431-34.
69. Wilder-Smith A, Chen LH, Massad E, Wilson ME. Threat of dengue to blood safety in dengue-endemic countries. *Emerg Infect Dis*. 2009; 15(1): 8-11.

70. Wilson ME, Chen LH. Dengue in the Americas. *Dengue Bulletin*. 2002; 26: 44-61.

