

UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS CASOS DE DENGUE
NO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO (SP)
PELA TÉCNICA DE GEOPROCESSAMENTO**

Jessé Miranda de Figueiredo

Ribeirão Preto - SP
2009

Jessé Miranda de Figueiredo

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS CASOS DE DENGUE
NO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO (SP)
PELA TÉCNICA DE GEOPROCESSAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientador:

PROF. Dr. MURILO DANIEL DE MELLO INNOCENTINI

Co-Orientador:

PROF. GUSTAVO BUSSI CAMINITI

Ribeirão Preto - SP
2009

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto -

Figueiredo, Jessé Miranda de

Análise espaço-temporal dos casos de dengue no município de
ribeirão preto (sp) pela técnica de geoprocessamento / Jessé
Miranda de Figueiredo - Ribeirão Preto/SP, 2009.

f.109

Orientador: PROF. Dr. Murilo Daniel de Mello Innocentini

Dissertação (mestrado) – Universidade de Ribeirão
Preto, UNAERP, Tecnologia Ambiental. Ribeirão Preto,
2009.

1.Geoprocessamento, 2.Dengue, 3.Espaço-temporal,
4.Epidemiologia e Saúde Pública

DEDICATÓRIA

A **Deus**, pela vida, pela serenidade, pelo equilíbrio, pela sabedoria, por me permitir concluir mais uma etapa na minha vida.

A **Jessé Filho e Tayná**, meus filhos, grande presente de Deus e a felicidade de minha vida.

A **Guilherme** (in memoriam) e **Djanira**, meus pais, pelo amor, carinho, incentivo, pelos valores que construíram em minha vida, pelo modelo de família que me proporcionaram, me permitindo sempre caminhar em busca dos meus ideais com dignidade, solidariedade e responsabilidade.

À **Tânia**, minha esposa, companheira de todas as horas, que acreditou, incentivou e compartilhou para a realização deste estudo.

À **Ezita (Bela) e José Clemente**, meus sogros, pela atenção e carinho, por me acolherem como um filho.

Ao meu irmão, cunhados(as) e sobrinhos(as) pelo apoio, incentivo, por acompanhar minha trajetória, por compartilhar a vida.

A **Marcelo Guimarães, Erinalda e família**, pelo apoio, incentivo, por compartilhar a vida, pela grande amizade entre nós e nossas famílias.

Ao Dr. Jarbas Nogueira, D. Irani e família, pelo acolhimento, carinho, pela amizade existente entre nós e nossas famílias.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Orientador Prof. Dr. Murilo Daniel de Mello Innocentini, pela orientação, pelos ensinamentos com competência, serenidade, segurança e ética, incentivando e acreditando que sempre poderemos fazer melhor.

Ao Co-Orientador Prof. Gustavo Bussi Caminiti, pelo acolhimento, pelo apoio, pela amizade, pelos ensinamentos com competência, pelos incentivos e contribuições de grande importância na coleta de dados e levantamento de informações.

Ao Coordenador Prof. Reinaldo Pisani Junior, pelo apoio, incentivo, pelos ensinamentos e oportunidade de participar do mestrado.

A Duran, Michel e Wellington, amigos de luta no mestrado de todas as horas, por terem me acolhido e compartilhado os momentos de nossa trajetória.

A Fábio Firmino, Ana e família, pelo apoio e incentivo, pela amizade existente entre nós e nossas famílias.

Aos amigos, Anieres e Herlen, Evandro e Patrícia, pelo apoio, incentivo, estímulo e pela amizade entre nós e nossas famílias.

A Leo, Dulce e família, pelo acolhimento, pela amizade existente entre nós e nossas famílias.

A Rutênio, Iramildes e família, pelo apoio e incentivo, pela amizade existente entre nós e nossas famílias.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba/UEPB, pelo apoio Institucional, na pessoa do Diretor do Centro de Tecnologia Prof. Clivaldo Silva de Araújo.

Aos professores(as) Maristela, Cristina, Luciana, Ângela e Lucas Lehfeld da Pós-Graduação do Mestrado de Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto -UNAERP, pelos ensinamentos e contribuição.

À Diretora do Departamento de Vigilância em Saúde Maria Luiza da Silveira Santa Maria e sua equipe, pelo apoio e disponibilidade em colaborar.

Aos amigos de turma do Mestrado de Tecnologia Ambiental da UNAERP, pela amizade, pela troca de experiências e contribuição para realização deste estudo.

A Rodrigo Latanze, Renato Zorzenon, Cecília, Franceli, amigos, Professores e funcionários da UNAERP, pela amizade, apoio, incentivo e disponibilidade em colaborar.

A Jadilson, Gimaoli, Ana Araújo, Marileide, Gerlânia, amigos, Servidores, Professores do Centro de Tecnologia, NTI, PRPG e SRH da Universidade Federal da Paraíba/UEPB, pela amizade, apoio, incentivo e disponibilidade em colaborar.

Aos estagiários, Rodolfo, Gabriel, Felipe, Welton e Renata, pela amizade e contribuição para realização deste estudo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS E QUADROS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1.1 A Dengue.....	4
3.1.2. A Dengue no Mundo	5
3.1.3. A Dengue no Brasil	9
3.1.4. A Dengue como um problema de Saúde Pública	11
3.1.5. Evolução Espaço-Temporal da Dengue em Ribeirão Preto	12
3.2. Epidemiologia.....	16
3.3. Análise Espacial, Geoprocessamento e o Sistema de Informação Geográfica (SIG)	17
3.3.1. Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas –SPRING.....	21
3.3.2. Mapas de dispersão.....	24
3.3.3. Estimador de Densidade por Kernel.....	33
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
4.1. Local do Estudo	37
4.2. Tratamento e Análise dos Dados	38
4.3. Aspectos Éticos da Pesquisa.....	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1. Distribuição Temporal dos casos de Dengue em Ribeirão Preto/SP.....	45
(2000 a 2007).....	45
5.2. Correlação dos Casos de Dengue com Fatores Climáticos	49
5.2.1 Índice Pluviométrico de Precipitação	49
5.2.2. Temperatura.....	54
5.2.3. Enchentes.....	56

5.3. Distribuição Espacial dos Casos de Dengue em Ribeirão Preto	57
5.3.1 Mapas de Dispersão entre 2000 e 2007	57
5.3.2. Mapas de Estimador de Densidade por Kernel	64
5.4. Desenvolvimento de Mapas Temáticos e a Correlação com os Casos de Dengue.....	70
5.4.1. Altimetria.....	71
5.4.2. Bairros / Setores e Hidrografia	72
5.4.3. Ferrovia.....	73
5.5. Distribuição Espacial dos Casos de Dengue no Ano de 2006 em Ribeirão Preto.....	75
5.5.1 Mapas de Dispersão entre os Meses de Janeiro e Dezembro	75
5.6. Avaliação dos Métodos de Análises	83
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES	85
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	87
7. REFERÊNCIAS	88
A P Ê N D I C E S	95
APÊNDICE A	96
Bairros dos mapas temáticos das Figuras 5.12 a 5.19	96
APÊNDICE B.....	101
Bairros dos mapas temáticos das Figuras 5.31 a 5.42	101
APÊNDICE C.....	108
Mapa da Figura 5.30 em escala ampliada.	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Distribuição global da incidência de casos de dengue em 1998 (OMS)	8
Figura 3.2 - Sorotipos circulantes do vírus da dengue por estados, (Brasil – 2004)	10
Figura 3.3 - Distribuição de casos notificados e confirmados, Ribeirão Preto 1990 a 2006.....	14
Figura 3.4 - Coeficiente de incidência por 100.000 área distrital de residência, Ribeirão Preto 2001 a 2006.....	15
Figura 3.5 - Locais de cânceres do pulmão, Chorley e Sul Ribble, Lancashire, Inglaterra,1974-83.....	26
Figura 3.6 - Poluição em Volta Redonda - Rio de Janeiro	29
Figura 3.7 - Casos de leptospirose e camadas explicativas.....	32
Figura 3.8 - Escalas diferentes do mesmo local - diferentes detalhes (com dois mapas da mesma área com escalas diferentes).....	32
Figura 3.9 - Casos de Tuberculose georreferenciados, para o município de Ribeirão Preto, no ano de 2002. (Hino, 2004)	33
Figura 3.10 - Estimador de intensidade de distribuição de pontos.....	34
Figura 3.11 - Localização de casos da doença de câncer de mama na cidade de Haifa, Israel, utilizando o método de estimador de densidade kernel no ano de 2008.....	36
Figura 4.1 - Mapa do Estado de São Paulo em destaque município de Ribeirão Preto.....	37
Figura 5.1 - Distribuição dos casos novos de dengue em Ribeirão Preto 2000 a 2007.....	45
Figura 5.2 - Variação mensal do coeficiente de incidência entre os anos de 2000 e 2007.....	48
Figura 5.3 - Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2000.....	49
Figura 5.4 - Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2001.....	50

Figura 5.5 -	Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2002.....	50
Figura 5.6 -	Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2003.....	51
Figura 5.7 -	Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2004.....	51
Figura 5.8 -	Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2005.....	52
Figura 5.9 -	Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2006.....	52
Figura 5.10 -	Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2007.....	53
Figura 5.11	Temperatura média máxima e mínima nos 2003 a 2007 em Ribeirão Preto/SP.....	55
Figura 5.12 -	Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2000.....	58
Figura 5.13 -	Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2001.....	58
Figura 5.14 -	Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2002.....	59
Figura 5.15 -	Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2003.....	59
Figura 5.16 -	Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2004.....	60
Figura 5.17 -	Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2005.....	60
Figura 5.18 -	Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2006.....	61
Figura 5.19 -	Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2007.....	61
Figura 5.20 -	Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2000.....	65
Figura 5.21 -	Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2001.....	65
Figura 5.22 -	Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2002.....	66

Figura 5.23 - Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2003.....	66
Figura 5.24 - Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2004.....	67
Figura 5.25 - Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2005.....	67
Figura 5.26 - Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2006.....	68
Figura 5.27 - Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2007.....	68
Figura 5.28 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Altimetria , Hidrografia e Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2006.....	71
Figura 5.29 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Altimetria, Hidrografia, Bairro e Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2006.....	72
Figura 5.30 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Altimetria, Hidrografia, Bairro, Ferrovia e Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2006.....	74
Figura 5.31 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Janeiro no Ano 2006.....	75
Figura 5.32 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Fevereiro no Ano 2006.....	76
Figura 5.33 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Março no Ano 2006.....	76
Figura 5.34 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Abril no Ano 2006.....	77
Figura 5.35 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Maio no Ano 2006.....	77
Figura 5.36 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Junho no Ano 2006.....	78
Figura 5.37 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Julho no Ano 2006.....	78
Figura 5.38 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Agosto no Ano 2006.....	79
Figura 5.39 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Setembro no Ano 2006.....	79

Figura 5.40 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Outubro no Ano 2006.....	80
Figura 5.41 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Novembro no Ano 2006.....	80
Figura 5.42 - Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Dezembro no Ano 2006.....	81
Figura 5.43 - Dispersão dos casos de dengue na área urbana com o método de estimador de densidade por kernel no ano de 2006.....	83

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 3.1: Distribuição de casos confirmados de dengue, segundo o mês de ocorrência, no município de Ribeirão Preto – 2000 a 2005 (até 2/12).....	14
Tabela 3.2: Classificação de casos, segundo o tipo de vírus isolado, Ribeirão Preto 1990 a 2006	15
Quadro 4.1: Informações do Projeto para a Análise Espaço-Temporal	43
Tabela 5.1: Casos confirmados de dengue, população e coeficiente de incidência nos Anos 2000 a 2007	47
Tabela 5.2: Índice Pluviométrico de Precipitações (mm) nos Anos 2000 a 2007/Mensal Ribeirão Preto (SP)	49
Tabela 5.3: Enchentes dos anos 2001 a 2007 Ribeirão Preto (SP)	56
Tabela 5.4: Densidade dos setores nos anos 2000 a 2007 em Ribeirão Preto/SP.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DCVAP	Divisão de Controle de Vetores e Animais Peçonhentos
DVE	Divisão de Vigilância Epidemiológica
FHD	Febre Hemorrágica da Dengue
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GPS	Sistema de Posicionamento Global
HCFMRP-USP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina – Universidade de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEC	Informação, Educação e Comunicação
INPE	Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
LEGAL	Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico
MS	Ministério da Saúde
MNT	Modelo Numérico de Terreno
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
Pacs	Programa de Agentes Comunitários de Saúde
PDI	Processamento Digital de Imagens
PNCD	Plano Nacional de Controle da Dengue
PSF	Programa de Saúde da Família
RNIS	Rede Nacional de Informações em Saúde na Internet
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SES	Secretaria Estadual da Saúde
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
Sisaedes	Sistema de Informações do Aedes
SMS	Secretaria Municipal da Saúde
Sucen	Superintendência de Controle de Endemias
SUS	Sistema Único de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
UBDSs	Unidades Básicas e Distritais de Saúde
UBSs	Unidades Básicas de Saúde Visa Divisão de Vigilância Sanitária

RESUMO

A dengue atualmente é a mais preocupante das arboviroses que acometem os seres humanos na área urbana, constituindo sério problema de saúde pública, em virtude de urbanização acelerada, deficiência de abastecimento de água, limpeza urbana, intenso uso de material descartável e mudanças climáticas. Essas condições favorecem a rápida dispersão do principal vetor da doença, o mosquito da espécie *Aedes aegypti*. Observa-se que em Ribeirão Preto, nos últimos anos, vem aumentando consideravelmente o número de pessoas acometidas pela dengue. Esses dados são preocupantes e caracterizam um sério problema de saúde pública. Urge a necessidade de medidas preventivas de Saúde Pública por parte dos órgãos públicos de saúde e uma maior colaboração por parte da sociedade civil realizando ações educativas que venham a combater a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*. Este estudo teve como objetivo analisar a distribuição espaço-temporal dos casos de dengue ocorridos no período de 2000 a 2007 pela técnica de geoprocessamento no município de Ribeirão Preto/SP. Os dados foram coletados de fontes secundárias de informações do Sistema de Informação de Agravos e Confirmações - SINAN no período de abril a dezembro de 2008. Os dados foram tratados no laboratório de geoprocessamento da Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP, com o Sistema de Informação Geográfica - SIG Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING. Obteve-se os seguintes resultados: entre os anos 2000 e 2001 houve um crescimento considerável de confirmações do vetor. Nos anos 2002 a 2005 a doença teve um controle desejável, mas já em 2006 ocorreu o maior índice de contaminação do vetor no município. Em 2007, houve uma decaída considerável em relação ao ano anterior, mostrando assim um melhor controle da doença. O estudo mostrou o padrão de distribuição espacial da dengue que se repetiu nos anos e nos setores que foram mais atingidos: oeste, norte e central. O padrão espacial da dengue pode ser utilizado para prever quais setores poderão ter incidência maior de dengue no ano seguinte. Dessa maneira, poderão ser adotadas medidas de vigilância e de controle, com estratégia de estratificação das áreas. Pode-se assim identificar as características dos setores que apresentam maior risco de contaminação e usar medidas mais adequadas. Os resultados apresentados demonstram que as condições climáticas do município de Ribeirão Preto, as incidências de chuvas, setores populosos, enchentes e condições geográficas favoreceram a transmissão e evolução da dengue. As técnicas de análises espaciais apresentam potencial para a vigilância e controle da doença da dengue, pois permitem visualizar os casos, o índice de infestação, a densidade de aglomeração dos pontos e outros fatores importantes para o direcionamento das atividades de controle.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento, Dengue, Espaço-temporal, Epidemiologia e Saúde Pública

ABSTRACT

Dengue fever is currently one of the most critical diseases that affect the human beings in the urban area. It is a serious public health problem due to the accelerated urbanization, lack of water supply and of urban cleaning, intensive use of disposable material and climate changes. These conditions favor the rapid spread of the main vector of the disease, the mosquito of the species *Aedes aegypti*. It has been observed that in Ribeirão Preto, state of Sao Paulo, Brazil, the number of people affected by the dengue fever has increased in recent years. For this reason, cooperation between governmental authorities and civil society has become essential to prevent the spread of the mosquito *Aedes aegypti* and thus to reduce the incidence of this disease. This study aimed the spatial-temporal distribution analysis of cases of dengue fever that occurred during the period of 2000 to 2007 in Ribeirão Preto by geoprocessing tools. Data concerning the confirmed number of dengue cases were collected from SINAN (Information System of Diseases and Confirmations) during April-December 2008 and processed in the geoprocessing laboratory of UNAERP with GIS (Geographic Information System) and the software SPRING (Information Processing System Georeferenced). Thematic maps concerning railway and roadway nets, altimetry, sectors and neighborhoods were prepared and cross-linked with the spatial distribution of dengue. The monthly and yearly distributions of cases in the urban area were correlated with pluviometric, flooding and temperature data. The analysis showed that between the years of 2000 and 2001, there was a considerable increase of confirmed cases. In the years 2002 to 2005 the disease intensity was reduced, but in 2006 there was the largest number of confirmed cases in the city. In 2007, there was a considerable reduction compared to the other years over, apparently showing a better control of the disease. The presented results showed that the climate conditions of the city of Ribeirão Preto, rain, populated areas, flood and geographical conditions favored the development and transmission of dengue fever. The study showed the pattern of spatial distribution of dengue fever that was repeated in the years and in the most affected sectors of the city: west, north and central. The spatial patterns observed can be helpful to predict which sectors may have higher incidence of dengue in the following years. Thus, actions may be adopted for monitoring and control, with the strategy of stratification of areas. One can thus identify the characteristics of the sectors that have a higher risk of contamination and use the most appropriate steps. Techniques of spatial analysis have the potential for disease surveillance and control of dengue fever, because they can view the cases, the rate of infestation, the density of points clustering and other important factors to guide the activities of control.

KEYWORDS: Geographical Information Systems, Dengue Fever, Space-time, Epidemiology and Public Health

1. INTRODUÇÃO

Em uma sociedade norteadada pelo desenvolvimento econômico e tecnológico, a pressão exercida sobre o ambiente e pela exploração humana direta dos recursos tem ocasionado inúmeras alterações de paisagem, expondo cada vez mais a população ao risco da ação de inúmeros agentes causadores de doenças, que se constituem então em um problema de distribuição dos fenômenos de doença e saúde. Faz-se necessária a criação de soluções precisas e eficazes de diagnóstico, monitoramento e gerenciamento ao longo do tempo, do efeito da ação do ser humano sobre a natureza de modo a prevenir ou diminuir o risco de epidemia desses novos agentes. É o caso da urbanização desordenada de áreas de proteção de mananciais (GONÇALVES et al, 2007).

A dengue está caracterizada atualmente no Brasil como um sério problema de Saúde Pública. Em razão do grande fluxo e do deslocamento diário da população, o Ministério da Saúde (MS) já antevia a possibilidade de ocorrência de epidemias de dengue e de Febre Hemorrágica da Dengue (FHD). Na última década, observou-se que no Estado de São Paulo cerca de 25 municípios tiveram episódios agudos de casos de dengue, caracterizando epidemia. Por suas condições climáticas e geográficas, Ribeirão Preto/SP possui fatores favoráveis para a transmissão e evolução da dengue.

Para o combate efetivo ao problema da dengue, torna-se de suma importância obtenção de informações sobre a evolução dos casos de dengue em tempo real, de modo que ações preventivas e corretivas possam ser tomadas pelos órgãos públicos.

A interpretação de dados epidemiológicos da dengue por meio da visualização espacial das informações demográficas humanas e ambientais torna-se ainda mais importante para as autoridades em Saúde Pública.

O estudo aqui proposto utilizou técnicas de geoprocessamento, dados e produtos de análise espacial no planejamento, na implementação e nos estudos de acompanhamento do processo evolutivo do vetor da dengue em Ribeirão Preto. Visto que a doença é limitada no espaço e tempo por fatores ambientais, o Sistema de Informação Geográfico (SIG) é útil para identificar os fatores ambientais que permitem determinar e delimitar a área de risco, permitindo um gerenciamento efetivo de recursos para o controle da doença.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar a distribuição espaço-temporal dos casos de dengue ocorridos no período de 2000 a 2007 utilizando a técnica de geoprocessamento no Município de Ribeirão Preto (SP).

2.2. Objetivos Específicos

- Georreferenciar casos de dengue notificados;
- Realizar análises espaciais dos pontos localizados, com a integração de dados através do Sistema de Informação Geográfico - SIG;
- Realizar análise dos dados com apoio de técnicas de estatística espacial;
- Estruturar e implementar um Banco de Dados Geográficos como suporte de um SIG como ferramenta para Saúde Pública;
- Comparar mapas temáticos, destacando as modificações de distribuição do vetor dos anos propostos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1.1 A Dengue

A dengue é uma doença febril aguda, de origem viral e de evolução benigna na forma clássica e grave quando se apresenta na forma hemorrágica (FUNASA, 2002). Os sintomas aparecem de 3 a 15 dias. Na dengue clássica, a pessoa contaminada tem febre alta seguida de dor de cabeça, dor muscular, náusea e manchas na pele. Pode haver sangramento gengival, gastrointestinal e nasal. Na dengue hemorrágica, o doente sente os mesmos sintomas, bem mais intensos. A diferença é que surgem sangramentos/hemorragias, queda da pressão arterial, os lábios ficam roxos e a pessoa, além de sentir fortes dores no abdome, alterna sonolência com agitação e há risco de morte.

A dengue é causada por um Flavivirus, onde há 4 sorotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4. A atual distribuição da dengue coincide com a distribuição do vetor *Aedes aegypti*, tanto na febre amarela urbana como na dengue. O mosquito macho alimenta-se de frutas ou outros vegetais adocicados, porém, a fêmea alimenta-se de sangue animal (principalmente humano). No momento que está retirando o sangue, a fêmea contaminada transmite o vírus da dengue para o ser humano. Na picada, ela aplica uma substância anestésica, fazendo com que não haja dor. O mosquito costuma picar o ser humano no começo da manhã ou no final da tarde, ao contrário dos outros mosquitos que têm hábitos noturnos. A picada ocorre nas regiões dos pés, tornozelos e pernas. Isto ocorre pois costumam voar a uma altura máxima de meio metro do solo. A fêmea deposita seus ovos em locais com água parada limpa ou pouco poluída, isto é, rica em oxigênio. Nos indivíduos fêmeas de *Aedes aegypti*

há transmissão transovariana do vírus, de maneira que variável porcentual das fêmeas filhas de um espécime infectado nasce já infectado (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994).

3.1.2. A Dengue no Mundo

A dengue clássica é uma velha doença sendo que o primeiro registro de uma doença clinicamente compatível está gravada em uma enciclopédia médica chinesa em 992 D.C. Como a indústria naval mundial expandiu-se nos séculos 18 e 19, cidades portuárias cresceram e tornaram-se mais urbanizada, criando condições ideais para o principal o vetor, o mosquito do vetor, *Aedes aegypti*. O mosquito e o vírus foram, assim, propagar-se em novas áreas geográficas, causando grandes epidemias. Sua dispersão foi pelas viagens em veleiros, embora houvesse longos intervalos (10-40 anos) entre epidemias.

No rescaldo da Segunda Guerra Mundial, a rápida urbanização no Sudeste da Ásia levou a um aumento da transmissão da doença. A primeira grande epidemia de forma grave e fatal da doença, febre hemorrágica da dengue (FHD), ocorreu no sudeste da Ásia como um resultado direto desta evolução ecológica. Nos últimos 25 anos do século 20, uma dramática expansão geográfica da epidemia global de dengue clássica e FHD ocorreu por causa da urbanização não planejada dos países tropicais em desenvolvimento, transporte moderno, a falta de efetivo controle do mosquito e a globalização.

A cada ano há um número estimado de 50 - 100 milhões de infecções por dengue, 500.000 casos de FHD que resultam em hospitalização e 20.000 - 25.000 mortes, principalmente em crianças. A epidemia da dengue tem um impacto

econômico sobre a comunidade da mesma ordem de grandeza que a malária e outras doenças infecciosas importantes. Atualmente, não existem vacinas nem medicamentos antivirais disponíveis para o vírus da dengue. A única forma eficaz para evitar a epidemia de dengue é controlar o mosquito vetor, *Aedes aegypti* (GUBLER, 2006).

A dengue é endêmica em todos os continentes, exceto na Europa, e a epidemia da febre hemorrágica de dengue (FHD) ocorre na Ásia, nas Américas e em algumas ilhas do Pacífico. A incidência de FHD é muito maior nos países asiáticos do que em outras regiões, onde a doença continua a afetar principalmente as crianças, embora um aumento acentuado do número de FHD casos em pessoas acima de 15 anos tem sido observado nas Filipinas e na Malásia durante os últimos anos.

Na década de 1990, a FHD continuou a mostrar uma maior incidência no Sudeste Asiático, particularmente no Vietnã e Tailândia, que juntos representam mais de dois terços dos casos notificados FHD na Ásia. No entanto, um aumento do número de casos reportados foi observado nas Filipinas, República Democrática Popular do Laos, Camboja, Mianmar, Malásia, Índia, Singapura e Sri Lanka, durante o período 1991-1995 em comparação com os últimos 5 anos.

As razões para o ressurgimento da epidemia global da dengue não são totalmente compreendidas, mas estão relacionadas com mudanças demográficas e sociais, incluindo aumento e movimentação da população. Na Tailândia, a dengue clássica e a dengue hemorrágica foram classificadas como uma das principais causas de internação e óbito entre as crianças. Epidemias de dengue foram notificadas em todo o país, com grandes surtos em 1987 e 1998 a partir da propagação da cidade de Bangkok (VANWAMBEKE et al., 2006).

Nas Américas, o surgimento da epidemia de FHD ocorreu em 1981, quase 30 anos após o seu aparecimento na Ásia, e sua incidência está mostrando uma acentuada tendência ascendente. Em 1981, Cuba relata o primeiro grande surto de FHD nas Américas, durante o qual um total de 344.203 casos de dengue que foram notificados, incluindo 10.312 casos graves e 158 mortes.

A FHD cubana epidêmica foi associada com uma estirpe do vírus DEN-2 e que ocorreu quatro anos depois da DEN-1 que havia sido introduzido na ilha causando a epidemia da doença. Antes deste evento dos casos suspeitos de FHD ou fatais da dengue, casos haviam sido relatados por cinco países, mas apenas alguns deles cumpriram os critérios da OMS para o diagnóstico de FHD. O surto em Cuba é o evento mais importante na história da dengue nas Américas. Posteriormente a isso, todos os anos exceto em 1983, casos confirmados ou suspeitos de FHD foram notificados na Região (PINHEIRO et. al., 1997).

O segundo grande foco nas Américas ocorreu na Venezuela em 1989 e, desde então, este país tem sofrido epidemias de FHD a cada ano. Entre 1981 e 1996 um total de 42.246 casos de FHD e 582 óbitos foi notificado em 25 países nas Américas, 53% das quais oriundas na Venezuela e 24% de Cuba. Colômbia, Nicarágua e México tiveram cada um mais de 1.000 casos notificados durante o período 1992-1996.

Uma das principais causas do aparecimento de FHD nas Américas foi o fracasso da campanha de erradicação ao combate ao *Aedes aegypti*. Após um período bem sucedido, que resultou na eliminação do mosquito de 18 países até 1962, o programa perdeu intensidade e, como resultado, houve uma progressiva disseminação do vetor, para que em 1997, com exceção do Canadá, Chile e Bermudas, todos os países das Américas estivessem infectados pela doença.

Atualmente, todos os quatro sorotipos da dengue estão circulando nas Américas, aumentando assim o risco de FHD na região (PINHEIRO et. al., 1997).

A incidência e severidade, além da expansão geográfica da dengue clássica e da hemorrágica, vem aumentando nas Américas, Sudeste Asiático, Mediterrâneo Oriental e o Oeste do Pacífico (Figura 3.1). A pandemia de 1998 com 1,2 milhão de casos, distribuída em 56 países, foi sem precedentes na história, provavelmente devido a mudanças do clima pelo fenômeno do “El Niño” (OMS, 1998).



Figura 3.1: Distribuição global da incidência de casos de dengue em 1998 (OMS)

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que mais de dois terços da população mundial vive em áreas infestadas com vetores da dengue, principalmente o *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Estas populações estão atualmente com o risco de contrair qualquer um dos quatro sorotipos de vírus em circulação (KEATING, 2001).

3.1.3. A Dengue no Brasil

Após décadas de ausência, o vírus da dengue tipo DEN-1 foi isolado em abril de 1986 no Rio de Janeiro pelo Instituto de Virologia do Instituto Oswaldo Cruz. O vírus espalhou-se rapidamente para outras cidades onde o vetor *Aedes aegypti* têm sido reintroduzido desde o final da década de 70. Este vetor foi eliminado na maioria dos países latino-americanos na década de 60 (SCHATZMAYR, 2000) e no Brasil em 1955 (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994), devido a grandes esforços para a erradicação da febre amarela. Entretanto, o vetor não foi erradicado na Venezuela, Suriname, Guianas, Caribe, Estados Unidos, Cuba e vários países centro americanos, o que possibilitou a re-infestação do mosquito no Brasil, aumentando assim o movimento do vírus da dengue por toda a América do Sul (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; SCHATZMAYR, 2000).

A partir da reintrodução no Brasil do mosquito *Aedes aegypti* no final da década de 70, diversos surtos da doença têm ocorrido no país. Casos de dengue hemorrágica têm sido diagnosticados e há risco de epidemia, devido a circulação de dois sorotipos da doença, o DEN-1 e o DEN-2 (ROUQUAYROL & GOLDBAUM, 1999).

Em 2001, o número de casos de dengue aumentou, com a circulação de dois sorotipos, o DEN-1 e o DEN-2, e com a introdução do sorotipo DEN-3, que se disseminou rapidamente para oito estados em apenas três meses. Nesse ano, foram notificados 390.765 casos de dengue no país, dos quais 156.121 no Sudeste, segundo o Boletim Eletrônico nº 02, de 2002, do Ministério da Saúde (MS).

Em 2004, foram notificados 112.918 casos de dengue, o que representa uma redução de 67,4% em comparação com o número de casos em 2003. Ao longo

de 2004, foram confirmados 81 casos de FHD, com 3 óbitos em Minas Gerais e Alagoas. Foi de 3,7% a taxa de letalidade por FHD, que deve ser analisada com cautela devido ao reduzido número de casos e à existência de casos e de óbitos ainda sob investigação.

Em 2005 a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), do Ministério da Saúde, registrou 38.989 casos de dengue. Quando se comparam os dados de janeiro a março de 2005 com os dados do mesmo período de 2004 (54.322 casos), observa-se que o número de notificações sofreu redução de 28,45%. A circulação autóctone dos sorotipos DEN-1, DEN-2 e DEN-3 do vírus foi identificada em 24 unidades federadas (Figura 3.2).

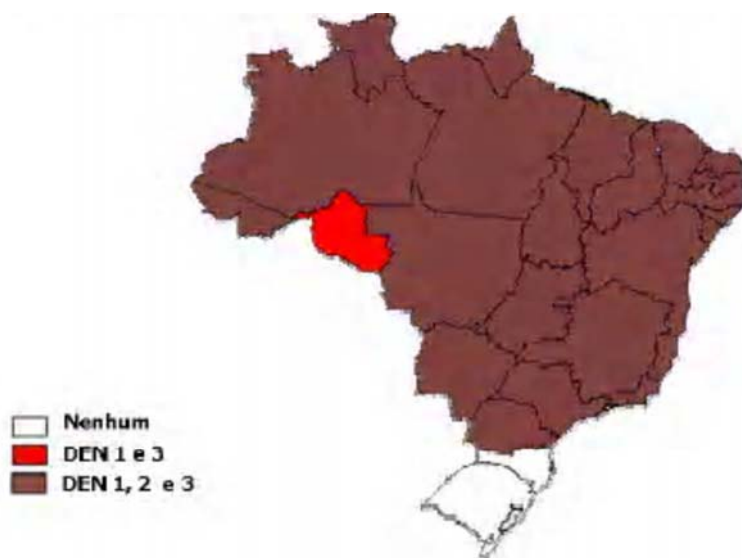


Figura 3.2: Sorotipos circulantes do vírus da dengue por estados, (Brasil – 2004).

No Estado de Rondônia, identificou-se a circulação dos sorotipos DEN-1 e DEN-3, enquanto que nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul não se constatou a circulação do vírus, devido as baixas temperaturas nesse período, pois o clima favorável ao desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypt* é uma temperatura acima de 20° C.

No Estado de São Paulo, identificou-se que 25 municípios foram infestados por *Aedes aegypti* e tiveram epidemias de dengue nos anos 2001, 2003 e 2006, sendo detectada, a exemplo do País, a circulação dos sorotipos DEN-1, DEN-2 e DEN-3 em vários desses municípios, com a confirmação de 29 casos de dengue hemorrágica e 2 óbitos. Por essa razão, o controle da dengue exige uma atuação intersetorial do poder público, de Instituições não governamentais e da sociedade. (Diário Oficial Estado de São Paulo nº 168 – DOE de 02/09/06).

3.1.4. A Dengue como um problema de Saúde Pública

A dengue atualmente é a mais preocupante das arboviroses que acometem os seres humanos na área urbana, constituindo sério problema de Saúde Pública, em virtude de urbanização acelerada, deficiência de abastecimento de água, limpeza urbana, intenso uso de material descartável e mudanças climáticas. Essas condições favorecem a rápida dispersão do principal vetor da doença, o mosquito da espécie *Aedes aegypti*, que está convivendo intimamente com os seres humanos nas habitações.

No verão, essa doença faz uma quantidade maior de vítimas, pois o mosquito transmissor encontra ótimas condições de reprodução. Nesta estação do ano, há altas temperaturas e grandes quantidades de chuvas, melhorando o “habitat” ideal para a reprodução do *Aedes Aegypti*: água parada, lixo a céu aberto ou mal acondicionado, vasos de plantas, algumas plantas que acumulam água, caixas d’água, calhas e outros locais. A transmissão ocorre preferencialmente em temperaturas superiores a 20° C. Outro fator a considerar são as grandes cidades ou acúmulo de pessoas, que pela grande quantidade de seu próprio alimento: o sangue

humano. Já foi detectado que os ovos sobrevivem até 2 anos sem contato com a água, e assim que houver condições favoráveis, eles eclodem e dão continuidade ao ciclo de vida (SUCEN, 2001).

3.1.5. Evolução Espaço-Temporal da Dengue em Ribeirão Preto

Por suas condições climáticas e geográficas, Ribeirão Preto/SP possui fatores favoráveis para a transmissão e evolução da dengue: entre 35°N e 35°S, altitude: inferior a 2.200 m, variação de temperatura: 15° a 40°C, urbanização crescente e não planejada, condições sócio-econômicas, período diurnos de inatividade dentro de casa, desconhecimento acerca da doença, tela inadequada ou ausente, recipientes e caixas d'água destampadas, lixeiras inadequadas, coletas de resíduos inadequadas ou inexistente, pequenos recipientes descartados, pneus, etc.

Segundo Departamento de Vigilância em Saúde e Planejamento, em 1986, o vetor do vírus da dengue, o mosquito da espécie *Aedes aegypti* foi identificado em Ribeirão Preto/SP, mas somente em 1989 o município assumiu algumas ações de controle. Foram requisitados profissionais de outras repartições da Secretaria Municipal da Saúde (SMS), com os quais se formou a primeira equipe de controle de vetores. Esses profissionais foram capacitados pela Superintendência de Controle de Endemias (Sucen), da Secretaria Estadual da Saúde (SES), para executar as ações de controle de casa em casa. Foi em novembro de 1990 que se confirmaram os primeiros casos de dengue em Ribeirão Preto/SP. Em novembro e dezembro desse ano foram notificados 7.464 casos suspeitos – com 2.305 (30,88%) confirmados –, caracterizando a primeira epidemia no município, quando foi isolado o sorotipo DEN-1. Durante a epidemia, que se arrastou até março de 1991, o

número de casos foi maior nos bairros da região norte: Vila Albertina, Jardim Jandaia, Vila Recreio, Jardim Presidente Dutra, Ipiranga, Sumarezinho. No bairro Campos Elíseos, na região central, também ocorreram muitos casos. De 1991 a 2000, foram confirmados casos da doença, todos os anos, com variação anual de 4 a 317 casos. Em 2001, o município passou pela segunda epidemia de dengue, quando foram notificados 7.494 casos suspeitos, dos quais 3.190 (42,57%) foram confirmados, com isolamento dos sorotipos DEN 1 e DEN 2. Durante a epidemia, os casos confirmados se concentraram principalmente nas regiões norte e oeste. Casos foram confirmados nos bairros supracitados e ainda em outros: Jardim Progresso, Jardim Maria das Graças, Jardim Bela Vista, Vila Virginia, Adelino Simioni, Quintino Facci I e Quintino Facci II.

Em 2001, foi confirmado 1 caso de FHD, importado do município de Igarapava, com evolução para cura; o paciente foi assistido no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo (HCFMRP- USP). Em 2002, o sorotipo DEN 3 foi isolado em Ribeirão Preto/SP, pela primeira vez, num caso importado.

Em 2003, isolou-se novamente o sorotipo DEN 3 em 3 casos autóctones (Tabela 3.1). Nesse ano, 8 casos em residentes de Ribeirão Preto/SP foram classificados como FHD, todos com evolução para cura.

Em 2004, o número de casos de dengue diminuiu em Ribeirão Preto/SP, assim como em todo o Brasil. Em 2005, até a 48ª semana de ocorrência da epidemia, foram notificados 2.368 casos suspeitos de dengue, com confirmação de 553 (23,35%). Foi isolado o sorotipo DEN 3 em 7 casos: 1 caso no bairro Jardim Independência, 2 na Ribeirânia, 1 na Vila Albertina, 2 no Sumarezinho e 1 na Vila Virgínia. Quanto à sazonalidade, de 2000 a 2005 foram confirmados casos de

dengue praticamente em todos os meses, com maior freqüência de março a maio, conforme a Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Distribuição de casos confirmados de dengue, segundo o mês de ocorrência, no município de Ribeirão Preto – 2000 a 2005 (até 2/12)

MÊS	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Janeiro	8	27	51	69	-	27
Fevereiro	23	79	82	85	5	65
Março	31	454	73	248	6	106
Abril	70	1.309	54	241	6	173
Maio	48	967	55	112	7	82
Junho	19	274	8	30	-	30
Julho	1	60	-	10	2	12
Agosto	6	8	-	2	-	6
Setembro	-	6	-	2	6	2
Outubro	-	3	-	-	-	16
Novembro	1	1	7	-	4	34
Dezembro	1	5	14	-	10	-
Total	208	3.193	344	799	46	553

Fichas de Investigação Epidemiológica/Sinan - Divisão de Vigilância Epidemiológica – SMS - RP

A Figura 3.3 atribui a representação gráfica associada a notificações e confirmações do vetor da dengue, no Município de Ribeirão Preto, no período de 1990 a 2006.

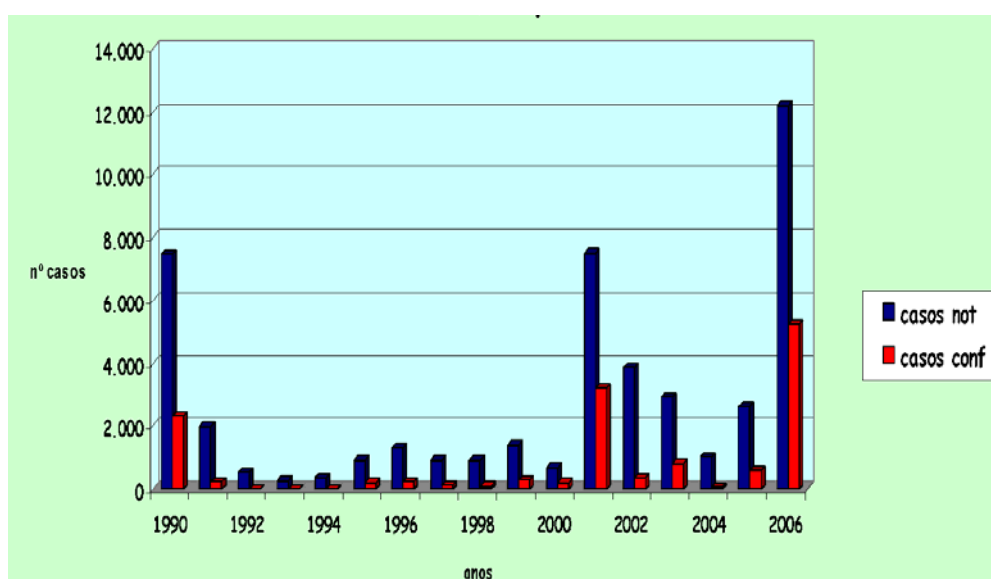


Figura 3.3: Distribuição de casos notificados e confirmados, Ribeirão Preto 1990 a 2006
 SINAN – Divisão de Vigilância Epidemiológica – SMS - RP

Na Tabela 3.2 apresenta-se a distribuição dos casos da dengue, segundo o tipo de vírus isolado, no Município de Ribeirão Preto, no período de 1990 a 2006.

Tabela 3.2: Classificação de casos, segundo o tipo de vírus isolado, Ribeirão Preto 1990 a 2006

ANO	TIPO DE VÍRUS
1990 a 1997	DEN 1
1998 a 2002	DEN 1 e 2
2003 a 2006	DEN 3

SINAN – Divisão de Vigilância Epidemiológica – SMS - RP

A Figura 3.4 mostra a representação gráfica do coeficiente de prevalência por 100.000 habitantes na área distrital de residência, no Município de Ribeirão Preto, no período de 2001 a 2006.

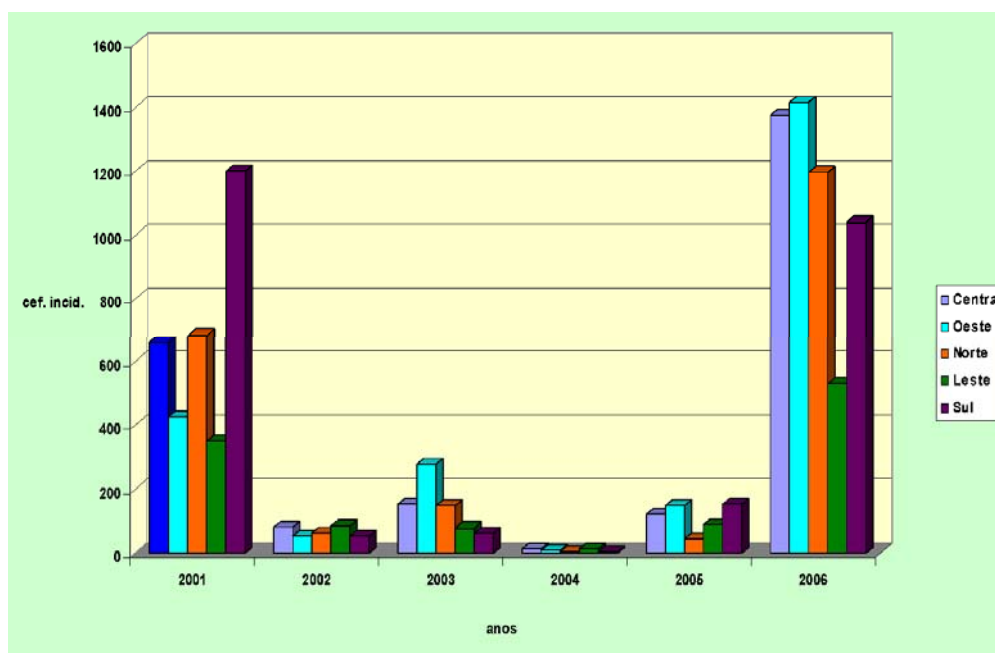


Figura 3.4: Coeficiente de incidência por 100.000 habitantes área distrital de residência, Ribeirão Preto 2001 a 2006

SINAN – Divisão de Vigilância Epidemiológica – SMS - RP

A Figura 3.2 mostra que Ribeirão Preto teve a sua maior epidemia de dengue em 2006, com 4.113 casos, depois apresentados mais 1.930 casos novos confirmados: ou seja, o número subiu para 6.043 casos confirmados.

Em 2007, apesar do trabalho intenso para evitar a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, a ocorrência de casos continuou em vários bairros (755 casos da doença no início do ano, chegando a 2.833 no final do ano). A confirmação foi feita pela Vigilância Epidemiológica, da Secretaria Municipal da Saúde de Ribeirão Preto/SP.

3.2. Epidemiologia

Epidemiologia é o estudo da freqüência, da distribuição e dos determinantes dos estados ou eventos relacionados à saúde em específicas populações e a aplicação desses estudos no controle dos problemas de saúde.

A epidemiologia tem sido definida como a abordagem dos fenômenos da saúde-doença por meio da quantificação, usando bastante o cálculo matemático e as técnicas estatísticas de amostragem e de análise. A moderna epidemiologia não se restringe só à quantificação, cada vez mais são empregadas técnicas alternativas como técnicas de geoprocessamento para o estudo científico da saúde coletiva. De fato, todas as fontes de dados e de informação são válidas para o conhecimento sintético e totalizante das situações de saúde das populações.

Atualmente, pode-se dizer que a epidemiologia constitui a principal ciência de informação em saúde (ALMEIDA FILHO e ROUQUAYROL, 2002).

Para a análise estrutural em epidemiologia deve-se entender por ambiente o conjunto de todos os fatores que mantêm relações interativas com o agente causador e o suscetível. Inclui-se aí o meio físico e biótico que inclui todos os seres vivos e a sociedade humana envolvente e suas interações políticas, econômicas, sociais e culturais. Para efeito de análise, são colocados em destaque os elementos

biológicos que possuem grande importância na interação ambiente-agente suscetível. Na rede de influências que se centram no ambiente biológico, estão os microhabitats bioclimáticos propícios à manutenção dos vetores e dos reservatórios de bioagentes patogênicos (ROUQUAYROL e GOLDBAUM, 1999).

A base de pesquisa epidemiológica é a quantificação da ocorrência de resultados saúde-relacionados (casos) em populações especificadas.

Objetivos da epidemiologia (NAJEEB, 2005):

1. Avaliação da situação de saúde;
2. Estudo da história natural e a etiologia da doença;
3. Controle e prevenção;
4. Planejamento de intervenções de saúde;
5. Avaliação de intervenções de saúde.

3.3. Análise Espacial, Geoprocessamento e o Sistema de Informação Geográfica (SIG)

A análise de dados, mais especificamente, imagens digitais de sensoriamento remoto orbital, possibilitou, nos últimos vinte e cinco anos, um grande desenvolvimento das técnicas voltadas para a análise de dados multidimensionais, adquiridos por diversos tipos de sensores. Estas técnicas têm recebido o nome de *processamento digital de imagens* (INPE, 2007).

De acordo com Quintanilha (1990), o processamento de imagens digitais pode ser entendido como o conjunto de procedimentos relativos à manipulação e análise de imagens através do computador.

Já para o INPE (2008), entende-se por *Processamento Digital de Imagens* a manipulação de uma imagem por computador de modo que a entrada e a saída do processo sejam imagens.

Pode-se dizer que o principal objetivo do processamento digital de imagens é melhorar o aspecto das imagens para a análise humana e fornecer outros fatores que serão indispensáveis à sua interpretação.

A área de processamento digital de imagens tem atraído grande interesse nas últimas duas décadas, devido à evolução da tecnologia de computação digital, bem como o desenvolvimento de novos algoritmos para lidar com sinais bidimensionais, o que vem permitindo uma gama de aplicações cada vez maior.

De acordo com o INPE (2003), quando se fala do processamento digital de imagens, pode-se concluir que a obtenção das informações espectrais registradas pelos sistemas nas diferentes partes do espectro eletromagnético, visando a identificação e discriminação dos alvos de interesse, depende principalmente da qualidade da representação dos dados contidos nas imagens. As técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), além de permitirem analisar uma cena nas várias regiões do espectro eletromagnético, também possibilitam a integração de vários tipos de dados, devidamente registrados.

A taxonomia mais utilizada segundo Câmara et al. (2001) para caracterizar os problemas de análise espacial considera três tipos de dados:

Eventos ou padrões pontuais - são fenômenos expressos através de ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço, denominados processos pontuais. Exemplos: localização de crimes, ocorrência de doenças e localização de espécies vegetais.

Superfícies contínuas - estimadas a partir de um conjunto de amostras de campo, que podem estar regular ou irregularmente distribuídas. Usualmente, este tipo de dado é resultante de levantamento de recursos naturais.

Áreas com contagens e taxas agregadas - trata-se de dados associados a levantamentos populacionais, como censos e estatísticas de saúde, e que originalmente se referem a indivíduos localizados em pontos específicos do espaço. Por razões de confidencialidade estes dados são agregados em unidades de análise, usualmente delimitados por polígonos fechados (setores censitários, zonas de endereçamento postal, municípios).

O termo “Estatística Espacial” engloba um conjunto de técnicas de Análise Geográfica que utiliza técnicas quantitativas e qualitativas para caracterizar o fenômeno em estudo, as quais procuram descrever a variação espacial do fenômeno, a partir de amostras disponíveis (CÂMARA et al., 2001).

Dessa forma, os fenômenos podem ser expressos através de ocorrências pontuais ou em áreas, cujas localizações são expressas em um SIG por meio de pontos, linhas e polígonos.

O termo Geoprocessamento refere-se a um conjunto de conhecimentos que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. A tecnologia de geoprocessamento influencia de maneira crescente as áreas da cartografia, recursos naturais, transportes, comunicações e planejamento urbano e regional, dentre outros. Já o termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Um SIG armazena os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre segundo uma projeção cartográfica. Os

dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados (MEDEIROS, 1986).

O processo de armazenar a geometria dos objetos geográficos e todos os seus atributos insere-se como necessidade básica para um SIG. Para cada objeto geográfico, o SIG necessita armazenar seus atributos e as várias representações gráficas associadas a ele. Devido à sua variedade de utilizações, que, de acordo com Medeiros (1986), inclui temas como geofísica, agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG:

- Como ferramenta para produção de mapas;
- Como suporte para análise espacial de fenômenos;
- Como banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Ainda de acordo com Medeiros (1986), estas três maneiras de utilização do SIG são mais convergentes que conflitantes, e refletem a importância relativa do tratamento da informação geográfica, no desenvolvimento de projetos ou dentro de uma instituição.

Medeiros (1986) considera como principais características de SIGs:

- Inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno;
- Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Numa visão abrangente, pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes:

- a) Interface com usuário;
- b) Entrada e integração de dados;
- c) Funções de processamento gráfico e de imagens;
- d) Visualização e plotagem;
- e) Armazenamento e recuperação de dados organizados sob a forma de um banco de dados geográficos.

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). No nível mais interno do sistema, um sistema de gerenciamento de bancos de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos (CÂMARA, 2001).

3.3.1. Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas –SPRING

O desenvolvimento de uma nova geração de sistemas de processamento de imagens e geoprocessamento no INPE iniciou-se em 1991, e teve seu primeiro resultado concreto em 1993, com o lançamento da versão 1.0 do SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas). A evolução do sistema SPRING durante os anos levou ao lançamento em 1996 da versão 2.0, em maio de 1998 a versão 3.0 (Windows), em outubro de 1998 a versão 3.1.1, em janeiro de 1999 a versão 3.2 (Windows), em maio de 1999 a versão 3.3 (Windows), em maio

de 2000 a versão 3.4 (Windows) e em março de 2001 a versão 3.5, depois a versão 4.0 (Windows e Linux), em dezembro de 2007 a versão 4.3.3 (Windows e Linux) e atualmente já conta com a versão 5.0.2 (Windows e Linux).

O SPRING é um sistema inovador, projetado inicialmente para redes de estações de trabalho baseadas na arquitetura RISC e ambiente operacional UNIX. Desenvolvido usando técnicas avançadas de programação, o SPRING combina interface altamente interativa, usando o "X Window System" e padrão de apresentação OSF/MOTIF (INPE, 2003).

A motivação básica para o desenvolvimento do SPRING baseia-se em duas premissas: integração de dados e facilidade de uso. No primeiro caso, constata-se que a complexidade dos problemas ambientais do Brasil requer uma forte capacidade de integração de dados entre imagens de satélite, mapas temáticos e cadastrais, e modelos numéricos de terreno. Adicionalmente, muitos dos sistemas disponíveis no mercado nacional apresentam alta complexidade de uso e demandam tempo de aprendizado muito longo. Câmara (1993) identifica os seguintes objetivos do sistema SPRING:

- Integrar as tecnologias de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica.
- Utilizar modelo de dados orientado-a-objetos, que melhor reflete a metodologia de trabalho de estudos ambientais e cadastrais.
- Fornecer ao usuário um ambiente interativo para visualizar, manipular e editar imagens e dados geográficos.

O SPRING objetiva ainda preservar o investimento dos usuários dos sistemas SITIM e SGI, uma vez que todos os dados gerados nestes sistemas podem ser totalmente aproveitados (inclusive com topologia) no novo ambiente. O SPRING

foi construído para ser um SIG de segunda geração. Os sistemas desta geração são concebidos para uso em conjunto com ambientes cliente-servidor. Usualmente, tais sistemas funcionam acoplados aos gerenciadores de bancos de dados relacionais (CÂMARA, 1995).

Como objetivos específicos pode-se citar:

- Dar suporte a um banco de dados geográficos de grande porte, sem estar limitado pelo recorte de projeções cartográficas. A identidade dos objetos é mantida em todo o banco de dados.
- Aprimorar a integração de dados geográficos, com a introdução explícita do conceito de objetos geográficos (entidades individuais), de mapas cadastrais e mapas de redes.
- Obter completa escalabilidade, isto é, o sistema deve ser capaz de operar com funcionalidade plena tanto em PCs rodando Windows Xp, como em estações de trabalho UNIX de alto desempenho e Linux.
- Prover uma interface que combine aplicações comandadas por “menus” e uma linguagem de consulta e manipulação espacial.

Para alcançar estes objetivos, o SPRING está baseado em um modelo de dados orientado-a-objeto, que combina as idéias de “campos” e “objetos geográficos”. Deste modo, deriva-se tanto a interface dirigida por menus, quanto a linguagem Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL. Algoritmos inovadores como segmentação de imagens e classificação por regiões e modelagem por triangulação com restrições (NAMIKAWA, 1995) complementam os métodos tradicionais de processamento de imagens e análise geográfica.

Baseado nessas características o SPRING tem se mostrado uma opção altamente atrativa na área de geoprocessamento, pois é um “software” de domínio

público, podendo ser adquirido pela Internet no site (<http://www.dpi.inpe.br/spring>), bastando se cadastrar na própria "home-page".

3.3.2. Mapas de dispersão

A representação pontual relaciona-se a fenômenos expressos através de ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço, tais como localização de crimes, de espécies vegetais, ocorrência de doenças. O objetivo destas análises é estudar a distribuição destes pontos, testando hipóteses sobre o padrão observado: se é aleatório, se apresenta em aglomerados ou se os pontos estão regularmente distribuídos, sendo o objeto de estudo a própria localização dos eventos em estudo.

O tipo de dado nestes estudos consiste em uma série de coordenadas de pontos (p_1, p_2, \dots) dos eventos de interesse dentro da área de estudo. O termo evento refere-se a qualquer tipo de fenômeno localizável no espaço que possa estar associado a uma representação pontual (CÂMARA et al., 2001).

Os dados de distribuições pontuais têm as seguintes características:

A área de eventos não é uma medida válida apesar de em muitos casos ocupar espaço. Mesmo na análise do padrão de distribuição de cidades estas são consideradas como um ponto no espaço do estudo.

Os pontos em geral não estão associados a valores, mas apenas à ocorrência dos eventos considerados.

Em alguns estudos os pontos podem estar associados a atributos de identificação, como por exemplo, em óbitos neonatais e pós-neonatais. Quando este

atributo é elemento do estudo, através da comparação da distribuição espacial destes atributos, denomina-se processo pontual marcado.

O interesse primário ao analisar padrões de distribuição de pontos (“point patterns”) é denominar se os eventos observados exibem algum padrão sistemático, em oposição a uma distribuição aleatória.

Busca-se detectar a existência de padrão de conglomerados espaciais (“cluster”), através da constatação de um número acima do esperado de casos excessivamente próximos, considerando uma distribuição estocástica, usualmente um processo de Poisson. Se um padrão de eventos pontuais apresentar desvios significativos do comportamento esperado para uma distribuição de Poisson, isto indica a existência de uma distribuição espacial diferente da completa aleatoriedade (CÂMARA et al., 2001).

Na epidemiologia ambiental a área dos eventos não é uma medida válida apesar de em muitos casos ocuparem espaço, são consideradas como um ponto no espaço do estudo. Os pontos em geral não estão associados a valores, mas apenas à ocorrência dos eventos. Os pontos podem estar associados a atributos de identificação, e agrupamento no espaço, então considere o espaço-tempo extensão antes de examinar um processo de ponto de espaço modelo de valor considerável em geográfico epidemiológica (CÂMARA et al., 2001).

A Figura 3.5 mostra a análise de ponto no espaço gráfico de casos de câncer de pulmão em algumas cidades da Inglaterra.

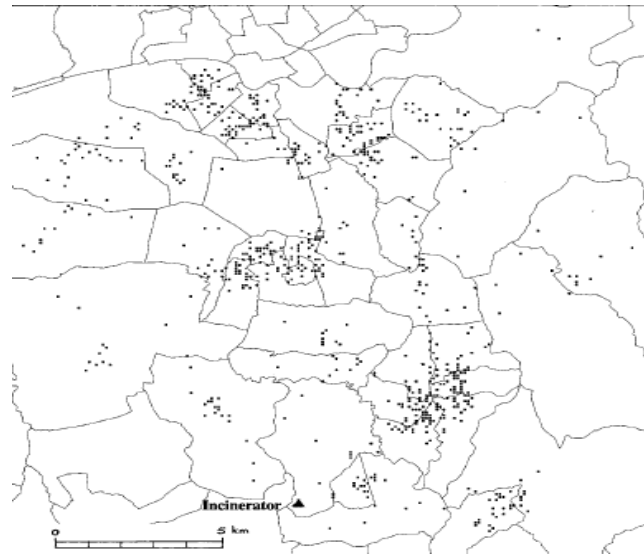


Figura 3.5: Locais de cânceres do pulmão, Chorley e Sul Ribble, Noroeste Lancashire, Inglaterra, 1974-83 (Gatrell et al.1994).

Numa visão estatística, processos pontuais são definidos como um conjunto de pontos irregularmente distribuídos em um terreno, cuja localização foi gerada por um mecanismo estocástico. Para sua caracterização, este processo estocástico pode ser descrito em termos dos efeitos de primeira ordem.

Os efeitos de primeira ordem, considerados globais ou de larga escala, correspondem às variações no valor médio do processo no espaço. Neste caso, o que interessa é a intensidade do processo, isto é, o número de eventos por unidade de área.

Considera-se um conjunto de pontos (u_1, u_2, \dots) numa determinada região A onde ocorreram eventos. O processo pontual é modelado considerando subregiões S em A através de sua esperança $E[N(S)]$ e a covariância $C[N(S_i), N(S_j)]$, onde $N(S)$ denota o número de eventos em S . Sendo o objetivo da análise estimar as localizações prováveis de ocorrência de determinados eventos, essas estatísticas devem ser inferidas considerando o valor limite da quantidade de eventos por área. Este valor limite corresponde à esperança de $N(S)$ para uma pequena região du em

torno do ponto u , quando esse tende a zero. Essa esperança é denominada intensidade (propriedade de primeira ordem), sendo representada pela Equação 3.1:

$$\lambda(u) = \lim_{|du| \rightarrow 0} \left\{ \frac{E[N(du)]}{|du|} \right\} \dots\dots\dots (3.1)$$

Quando o processo é estacionário, $\lambda(u)$ é uma constante, ou $\lambda(u)=\lambda$; se também é isotrópico, $\lambda(u_i, u_j)$ se reduz à $\lambda(|h|)$, sendo $|h|$ a distância entre os dois pontos. Quando o processo é não estacionário, ou seja, a intensidade média varia na região A, a modelagem da estrutura de dependência $\lambda(u_i, u_j)$ deve incorporar a variação de $\lambda(u)$. A maior parte das técnicas de análise de distribuição de pontos supõe, explícita ou implicitamente, um comportamento estacionário e isotrópico do processo aleatório subjacente aos eventos analisados.

A análise estatística dos padrões de distribuições de pontos requer um modelo teórico de referência, base para o desenvolvimento de métodos formais que checam a significância dos resultados exploratórios.

O modelo teórico mais simples (e bastante aplicado na prática) é conhecido como aleatoriedade espacial completa (“*complete spatial randomness- CSR*”). Este modelo divide a região de estudo A em subáreas S_i e modela a distribuição de eventos pontuais como um processo aleatório, sendo representada pela Equação 3.2:

$$\{Z_i(u_i), u_i \in S_i : i = 1, \dots, n\} \dots\dots\dots (3.2)$$

Neste caso, considera-se $Z_i(u_i)$ como o número de eventos que ocorrem na sub-área S_i . No modelo CSR, considera-se que as ocorrências em cada sub-área são não-correlacionadas e homogêneas, e estão associadas à mesma distribuição de probabilidade de Poisson.

Numa visão intuitiva, pode-se considerar que a posição dos eventos é independente e que os eventos têm igual probabilidade de ocorrência em toda a região A.

Esta formulação permite estabelecer uma base de comparação entre uma distribuição completamente aleatória (que seria gerada por um processo de Poisson) e a distribuição dos eventos coletados em campo. O procedimento mais usual para estimar a probabilidade associada ao padrão encontrado será produzir uma simulação do processo aleatório na região de estudo. Dado um número fixo de eventos medidos em campo (denotado por n), determinamos o retângulo envolvente da região A (seja $\{(x,y): x_1 \leq x \leq x_2, y_1 \leq y \leq y_2\}$). Os eventos são gerados a partir de abscissas x , obtidas de uma distribuição uniforme em (x_1, x_2) e de ordenadas y , obtidas de uma distribuição uniforme em (y_1, y_2) . Pontos que caem fora da região são rejeitados. Este processo é repetido até que n eventos tenham sido obtidos na região.

Pode ser gerado um conjunto de simulações, a fim de se obter uma base de comparação entre o comportamento de um processo aleatório e a distribuição de eventos medidos (CÂMARA et al., 2001).

A Figura 3.6 mostra o mapa de Volta Redonda - RJ, as condições de vida da população são representadas através das unidades espaciais de bairros e a poluição é representada pela pluma de poluição que é emitida no parque

siderúrgico. Através deste mapa pode-se estimar a exposição a que os grupos populacionais estão submetidos.

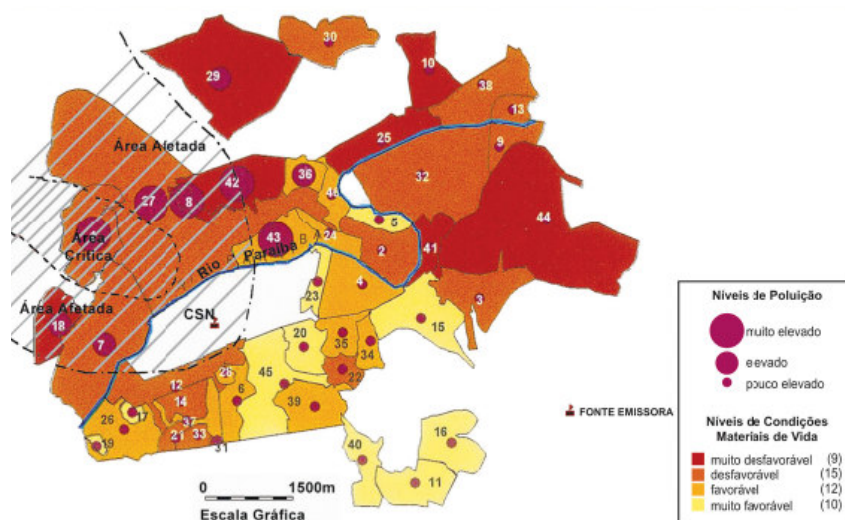


Figura 3.6 - Poluição em Volta Redonda - Rio de Janeiro. (CPTEC/INPE, 2008)

O SIG pode ajudar na análise integrada de dados de ambiente e saúde graças à sua capacidade de relacionar dados ambientais e epidemiológicos que estão armazenados em camadas diferentes. Os macrodeterminantes das doenças sejam ambientais, sociais ou econômicos, ocorrem muitas vezes “fora” das pessoas. Portanto, para se relacionar os problemas de saúde com seus determinantes devem-se unir dados de saúde, referidos à população, a dados ambientais, referidos a algo “externo” à população. Cada um desses dados é oriundo de um sistema de informação diferente (CARVALHO, 2000).

Uma das principais aplicações dos mapas na epidemiologia é facilitar a identificação de áreas geográficas e grupos da população que apresentam maior risco de adoecer ou morrer prematuramente e que, portanto, precisam de maior atenção, seja preventiva, curativa ou de promoção da saúde. A epidemiologia espacial também permite reconhecer que a frequência, a distribuição e a importância dos diversos fatores que influem no aumento de determinados riscos para a saúde não são, necessariamente, os mesmos em todos os grupos populacionais. Permite

também identificar grupos que compartilham determinantes de risco similares. O reconhecimento desses grupos facilita a identificação de intervenções sociais e de saúde para diminuir ou eliminar os determinantes específicos de risco para a saúde. Essa aplicação da epidemiologia implica uma reorganização dos serviços de saúde que responda não apenas às demandas de atenção, mas também, fundamentalmente, às necessidades de saúde não atendidas (OPAS, 2002).

A análise de dados distribuídos pelo espaço geográfico vem sendo cada vez mais valorizada na gestão de saúde, por apontar novos subsídios para o planejamento e a avaliação das ações baseadas na análise da distribuição espacial das doenças, a localização dos serviços de saúde e dos riscos ambientais, entre outros (Barcellos e Bastos, 1996). A produção de mapas, que permitam visualizar situações de risco à saúde resultante da interseção e da complementaridade de eventos, é coerente com um conceito de vigilância em saúde de base territorial (SOUZA et al., 2005).

As análises realizadas com base em dados espaciais possibilitam ao técnico avaliar não só quantitativamente os dados, como também relacionar as informações de saúde com dados ambientais, socioeconômicos e com a posição que o evento ocupa na superfície terrestre, a fim de acompanhar as permanentes mudanças do espaço geográfico e detectar áreas e populações sujeitas a agravos de saúde.

O SIG vem sendo cada vez mais utilizado na área da saúde, uma vez que otimiza a análise da situação de saúde e das condições de vida da população e do ambiente, possibilitando trabalhar com informações de diferentes origens e formatos. O crescente acesso aos computadores e aumento na disponibilidade de dados são fatores que estão impulsionando a sua incorporação na Saúde Pública (MINISTÉRIO DA SAÚDE - FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ 2006).

O uso do SIG na saúde mostra a possibilidade de associar informações de diversas bases de dados, contribuindo com o avanço das análises espaciais para os sistemas de vigilância à saúde. A produção de mapas permite visualizar situações de risco à saúde resultante da intersecção e complementariedade dos eventos, sendo coerente com um conceito epidemiológico de vigilância do espaço (LAPA et al., 2001).

A disponibilização de banco de dados em saúde com a informação de endereço e a estruturação de SIG em diversos municípios brasileiros tem possibilitado o uso crescente da análise de padrões espaciais de morbi-mortalidade para diferenciar áreas dentro dos municípios (SANTOS et al., 2001).

A análise espacial de padrões epidemiológicos tem valor na análise das relações entre saúde e ambiente e no seu controle, pois o conhecimento da estrutura e dinâmica espacial possibilita a caracterização da situação em que ocorrem eventos de saúde, permitindo ações de controle, alocação de recursos e preparação de ações de emergência.

A recente disponibilidade de bases cartográficas para algumas cidades representa, sem dúvida, um avanço para o planejamento integrado de diferentes setores. Nesse sentido, o interesse das SMS no uso do SIG para esquadrinhamento da área urbana tem sido notável, embora muitas vezes, o geoprocessamento em saúde venha sendo incorporado, basicamente, como ferramenta de visualização de eventos de saúde em mapas, sem definição de uma proposta epidemiológica conceitual de vigilância do espaço (BARCELLOS, 1997).

A Figura 3.7 mostra casos da doença de leptospirose por densidade através de camadas explicativa.

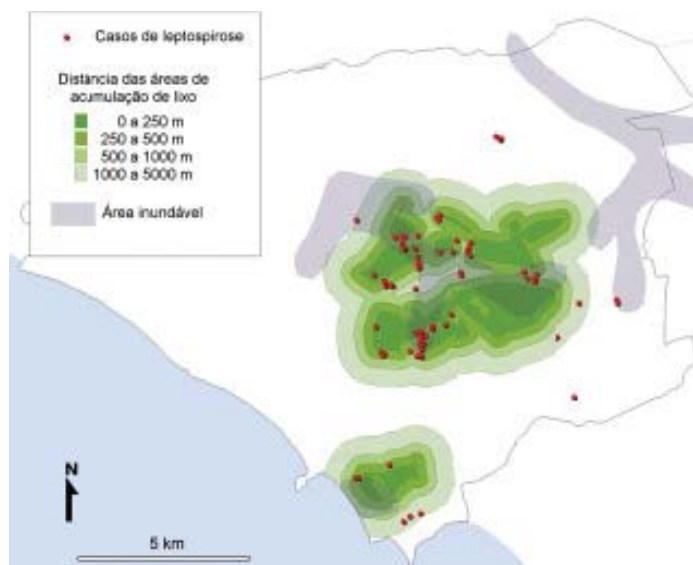


Figura 3.7– Casos de leptospirose e camadas explicativas. (Barcellos e Sabroza, 2001)

A Figura 3.8 mostra um mesmo local com escalas diferentes para uma visualização com vários objetivos de estudo.

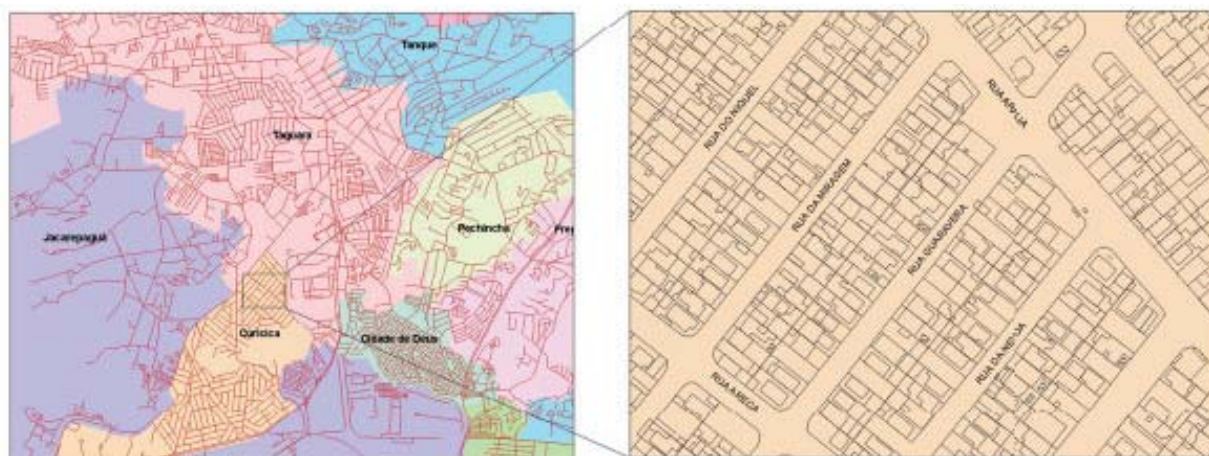


Figura 3.8- Escalas diferentes do mesmo local - diferentes detalhes (com dois mapas da mesma área com escalas diferentes). (MINISTÉRIO DA SAÚDE - FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ 2006)

A Figura 3.9 mostra um padrão de distribuição e dispersão de casos de doenças através de pontuação abrangendo uma determinada área.



Figura 3.9 – Casos de Tuberculose georreferenciados, para o município de Ribeirão Preto, no ano de 2002. (Hino, 2004)

3.3.3. Estimador de Densidade por Kernel

Segundo Câmara et. al (2001) uma alternativa simples para analisar o comportamento de padrões de pontos é estimar a intensidade pontual do processo em toda região do estudo. Para isto, pode-se ajustar uma função bi-dimensional sobre os eventos considerados, compondo uma superfície cujo valor será proporcional à intensidade de amostras por unidade de área. Esta função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse, como mostrado na Figura 3.10.

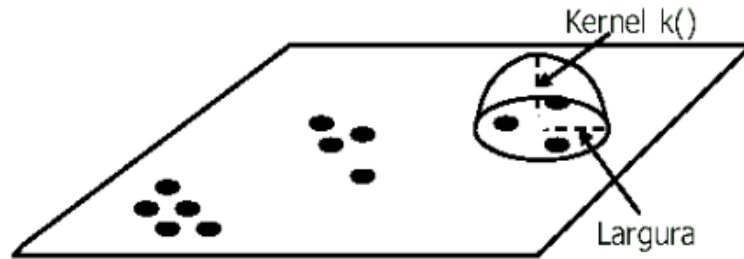


Figura 3.10: Estimador de intensidade de distribuição de pontos

A partir dos conceitos apresentados, suponha que u_1, \dots, u_n são localizações de n eventos observados em uma região A e que u represente uma localização genérica cujo valor queremos estimar. O estimador de intensidade é computado a partir dos m eventos $\{u_i, \dots, u_{i+m-1}\}$ contidos num raio de tamanho τ em torno de u e da distância d entre a posição e a i -ésima amostra, a partir de funções cuja forma geral é mostrada na Equação 3.3:

$$\hat{\lambda}_\tau(u) = \frac{1}{\tau^2} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{d(u_i, u)}{\tau}\right), d(u_i, u) \leq \tau \quad \dots \dots \dots (3.3)$$

Este estimador é chamado *kernel estimator* e seus parâmetros básicos são:

(a) um raio de influência ($\tau \geq 0$) que define a vizinhança do ponto a ser interpolado e controla o “alisamento” da superfície gerada; (b) uma função de estimação com propriedades de suavização do fenômeno. O raio de influência define a área centrada no ponto de estimação u que indica quantos eventos u_i contribuem para a estimativa da função intensidade λ . Um raio muito pequeno irá gerar uma superfície muito descontínua; se for grande demais, a superfície poderá ficar muito amaciada. No caso da função de interpolação $k(\cdot)$, é comum usar funções de terceira ou quarta ordem como na Equação 3.4:

$$k(h) = \frac{3}{\pi} (1 - h^2)^2 \quad \dots \dots \dots (3.4)$$

ou o kernel gaussiano na Equação 3.5:

$$k(h) = \frac{1}{2\pi\tau} \exp\left(-\frac{h^2}{2\tau^2}\right) \dots\dots\dots (3.5)$$

Nestes estimadores, h representa a distância entre a localização em que se deseja calcular a função e o evento observado. Com o uso desta função de quarta ordem (Equação 3.4), o estimador de intensidade pode ser expresso como na Equação 3.6:

$$\hat{\lambda}_\tau(u) = \sum_{h_i \leq \tau} \frac{3}{\pi\tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2}\right)^2 \dots\dots\dots (3.6)$$

O estimador de intensidade é muito útil para fornecer uma visão geral da distribuição de primeira ordem dos eventos. Trata-se de um indicador de fácil uso e interpretação.

Podem-se ver trabalhos realizados recentemente por Kloog et. al. (2008), utilizando técnicas de geoprocessamento, distribuições geográficas de casos de câncer de mama na cidade de Haifa, Israel, utilizando o método de estimador de densidade por kernel apresentada na Figura 3.11.

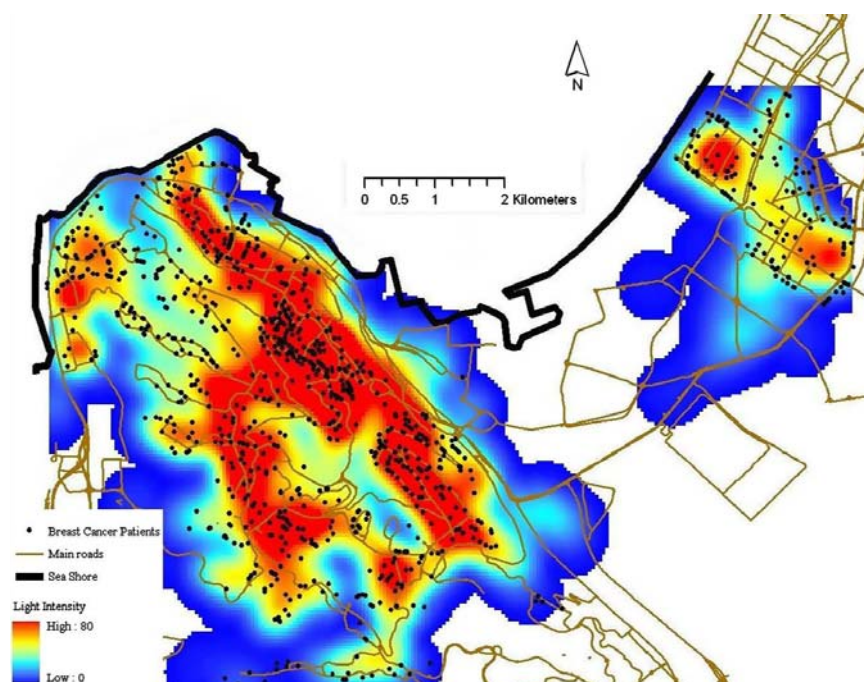


Figura 3.11 – Localização de casos da doença de câncer de mama na cidade de Haifa, Israel, utilizando o método de estimador de densidade por kernel no ano de 2008.(Kloog et al., 2008)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Local do Estudo

O estudo foi realizado no município de Ribeirão Preto/SP, cuja população é de 547.417 habitantes (estimativa do IBGE de 2007), situa-se no nordeste do estado de São Paulo, a 313 km da capital, tendo limites com os seguintes municípios: ao norte, com Jardinópolis; ao sul, com Guataporá; ao leste, com Serrana; ao oeste, com Dumont; ao nordeste, com Brodowski; ao noroeste, com Sertãozinho; ao sudeste, com Cravinhos. Área total: 651 km², área urbana: 274,08 km², área rural: 376,92 km², clima Tropical, com verão chuvoso e inverno seco, temperatura média: 19°C no inverno e 25°C no verão, altitude: 518 m, precipitação pluviométrica média: 1.426,80 mm (total anual), umidade relativa do ar: 71% (média anual). Imóveis (IPTU) segundo informação do departamento de tributos imobiliários da Secretaria Municipal da Fazenda de Ribeirão Preto são 161.036 imóveis prediais e 61.829 imóveis territoriais.

A Figura 4.1 mostra em destaque o município de Ribeirão Preto no Estado de São Paulo.



Figura 4.1 – Mapa do Estado de São Paulo em destaque município de Ribeirão Preto.

O estudo foi realizado no período de 2000 a 2007, sendo que os dados foram coletados no período de abril a dezembro de 2008.

Os dados foram coletados de fontes secundárias de informações do SINAN (Sistema de Informação de Agravos e Notificações), disponibilizados pela Secretaria de Vigilância em Saúde/Departamento de Vigilância Epidemiológica. Os dados pluviométricos de precipitação (mm) foram disponibilizados pelo IAC (Instituto Agrônomo de Campinas (Ribeirão Preto)) e pela Estação Meteorológica da UNAERP. Dados sobre enchentes no município de Ribeirão Preto (SP) foram disponibilizados pela Secretaria de Defesa Civil de Ribeirão Preto.

4.2. Tratamento e Análise dos Dados

Inicialmente, foi realizada tabulação e a elaboração de mapas. Os dados foram tratados no Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Ribeirão Preto – LabGeo-UNAERP, com o Sistema de Informação Geográfica – SIG, Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais - INPE e cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE numa escala 1:50.000.

Os dados obtidos foram submetidos ao tratamento computacional e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.

Os equipamentos utilizados constituem-se basicamente de microcomputadores e periféricos. Foram empregados no trabalho os seguintes programas computacionais: Word, Excel, Geogiuia Ribeirão versão LT 2005, Google Maps, SPRING versão 4.3.3 e SPRING versão 5.02.

Os programas Word e Excel foram utilizados para montagens do contexto científico e produção de gráficos e tabelas; os programas Geogua e Google Maps foram utilizados para localização de logradouros das confirmações da doença, o programa SPRING foi utilizado na elaboração de mapas para exposição e estudo visual de informações geográficas e uma melhor compreensão de dados espacializados e o georreferenciamento dos dados.

O procedimento foi realizado através da utilização do Sistema de Informação Geográfica – SPRING para geração de mapas:

Passo 1: Criação do Banco de Dados

Passo 2: Criação do Projeto

É a área física do trabalho. Criação do nome, projeção e retângulo envolvente, um subdiretório do banco é criado onde todos os dados referentes são armazenados. O projeto tem um conjunto de Planos de Informações (PIS) com o mesmo sistema de projeção. O projeto tem definido um sistema adequado: projeção, escala e coordenadas.

Passo 3: Criação de Categorias

Em Modelo de Dados criam-se as categorias: (Tabela 4.1). Os tipos de modelos utilizados: Modelo Numérico de Terreno (MNT) e Temáticos.

Passo 4: Importação de arquivos

Foram importados os arquivos (Fornecidos pela Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto) no formato: DXF/R12, criando-se assim o próprio plano de informação a seguir.

- Grade_UTM
- Setores_ribeirao
- Hidrografia
- Rodovias: Federal, Estadual e Municipal.
- Ferrovias
- Ponto_cotado e Curva de nível
- Limites
- Bairros
- Logradouro

Passo 5: Criação do Plano de Informação (PI) dos casos de dengue

Cria-se o plano de informação de acordo com sua categoria (Tabela 4.1).

Passo 6: Criação das Classes Temáticas

Foi realizada a criação das classes de acordo com a categoria e o modelo temático. Após sua criação define-se as características de apresentação gráfica dos dados como: áreas, linhas e pontos.

Passo 7: Georreferenciamento dos Casos de Dengue

Utilizou-se a base de dados cedido pela Secretaria de Vigilância em Saúde/Departamento de Vigilância Epidemiológica no formato do Excel, a qual foi

necessário filtrar e fragmentar, devido a algumas inconsistências na entrada de dados. A partir dos casos confirmados na base do Excel foram identificados a posição geográfica dos endereços através dos programas Geogua e Googlemaps. Dessa forma os casos foram georreferenciados com o programa Spring de acordo com a posição localizada, possibilitando assim a geração de mapas pontuais, imprescindíveis para análises padrões de distribuição das ocorrências.

Passo 8: Geração da Grade Retangular

A partir das curvas de nível e dos pontos cotados, gerou-se uma grade que representa de maneira mais fiel possível a superfície terrestre referente ao município de Ribeirão Preto/SP.

Passo 9: Estatística Espacial

O método utilizado foi o estimador de densidade por “kernel” para determinar a intensidade de um padrão de pontos. A cada ponto georreferenciado dos casos de dengue é calculado em um círculo com raio de 1.000 metros uma contagem de todos os pontos dessa região, ponderando-os pela distância de cada em relação ao ponto analisado. Gera-se assim uma grade com um novo plano de informação, mostrando valores de intensidade.

Passo 10: Fatiamento

A partir da grade retangular gerada pela curva de nível (passo 8) e gerada pelo estimador de densidade por “kernel” (passo 9), gerou-se mapas temáticos através do fatiamento que correspondem a intervalos de valores de cotas. Cada fatia

foi associada a classes temáticas pré-definidas com suas características de apresentação com camadas coloridas.

Passo 11: Sobreposição de Mapas Temáticos

- Mapas de dispersão dos casos de dengue, limites e bairros entre os anos 2000 e 2007, especificamente o ano de 2006 com os 12 meses.
- Mapas de análises de concentrações por estimador de densidade por kernel, limites e bairros entre os anos de 2000 e 2007.
- Mapas de Fatiamento com dispersão dos casos de dengue, limites, bairros, hidrografia, altimetria e ferrovia.
- Mapa temático com dispersão dos casos de dengue, concentração por estimador de densidade por kernel e bairros.

As sobreposições dos mapas temáticos possibilita uma melhor análise visual, identificando as localizações, aglomerações, topografia do terreno e intensidade dos casos estudados como ferramenta de apoio à decisão espacial.

O Quadro 4.1 fornece informações do projeto como foi criado desde o planejamento, procedimentos e geração dos resultados.

Quadro 4.1. Informações do Projeto para a Análise Espaço-Temporal.

ANÁLISE ESPACIAL – DENGUE	
Projeção: UTM/ SAD69 ESCALA: 1/50.000 (IBGE)	
Coordenadas planas:	
x1= 178.157, y1= 7.629.722, x2= 232.018, y2= 7.675.386	
Hemisfério: S., S	
CATEGORIA	PI (Plano de Informação)
Altimetria(MNT)	<ul style="list-style-type: none"> • Curva de Nível
Estimador_densidade_por_kernel (MNT)	<ul style="list-style-type: none"> • 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007
Fatiamento(Temático)	<ul style="list-style-type: none"> • Densidade_Kernel_2000 • Densidade_Kernel_2001 • Densidade_Kernel_2002 • Densidade_Kernel_2003 • Densidade_Kernel_2004 • Densidade_Kernel_2005 • Densidade_Kernel_2006 • Densidade_Kernel_2007 • Altimetria Curva de Nível
Rede_RodoFerroviaria (Temático)	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrovias • Rodovia Estadual • Rodovia Federal • Rodovia Municipal
Limites (Temático)	<ul style="list-style-type: none"> • Grade UTM • Divisão Municipal • Divisão Regional • Expansão Urbana • Setores_Ribeirão
Hydrografia (Temático)	<ul style="list-style-type: none"> • Rios: Unifilares e Bifilares
Eletricidade (Temático)	<ul style="list-style-type: none"> • Alta_tensão • Torres
Bairros (Temático)	<ul style="list-style-type: none"> • loteamentos
Logradouros (Temático)	<ul style="list-style-type: none"> • eixos
Guias (Temático)	<ul style="list-style-type: none"> • quadras
Casos_Dengue 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2006 e 2007 (Temático)	<ul style="list-style-type: none"> • 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007

Os métodos utilizados permitiram a geração e elaboração de gráficos e mapas temáticos, possibilitando resultados para uma melhor análise do estudo proposto.

4.3. Aspectos Éticos da Pesquisa

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) e encaminhado à Coordenação de Vigilância Epidemiológica da Secretaria da Saúde do Município de Ribeirão Preto/SP, respeitando-se os princípios éticos para pesquisa envolvendo seres humanos de acordo com a resolução 196/96 do Ministério da Saúde/MS.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Distribuição Temporal dos casos de Dengue em Ribeirão Preto/SP (2000 a 2007)

O processo de aplicação das técnicas de geoprocessamento no combate à dengue em Ribeirão Preto/SP resultou na classificação e análise dos cinco setores do município (norte, sul, leste, oeste e central). Uma coleta de dados foi feita para os últimos 8 anos para que o quadro de confirmação da doença pudesse ser observado (Figura 5.1).

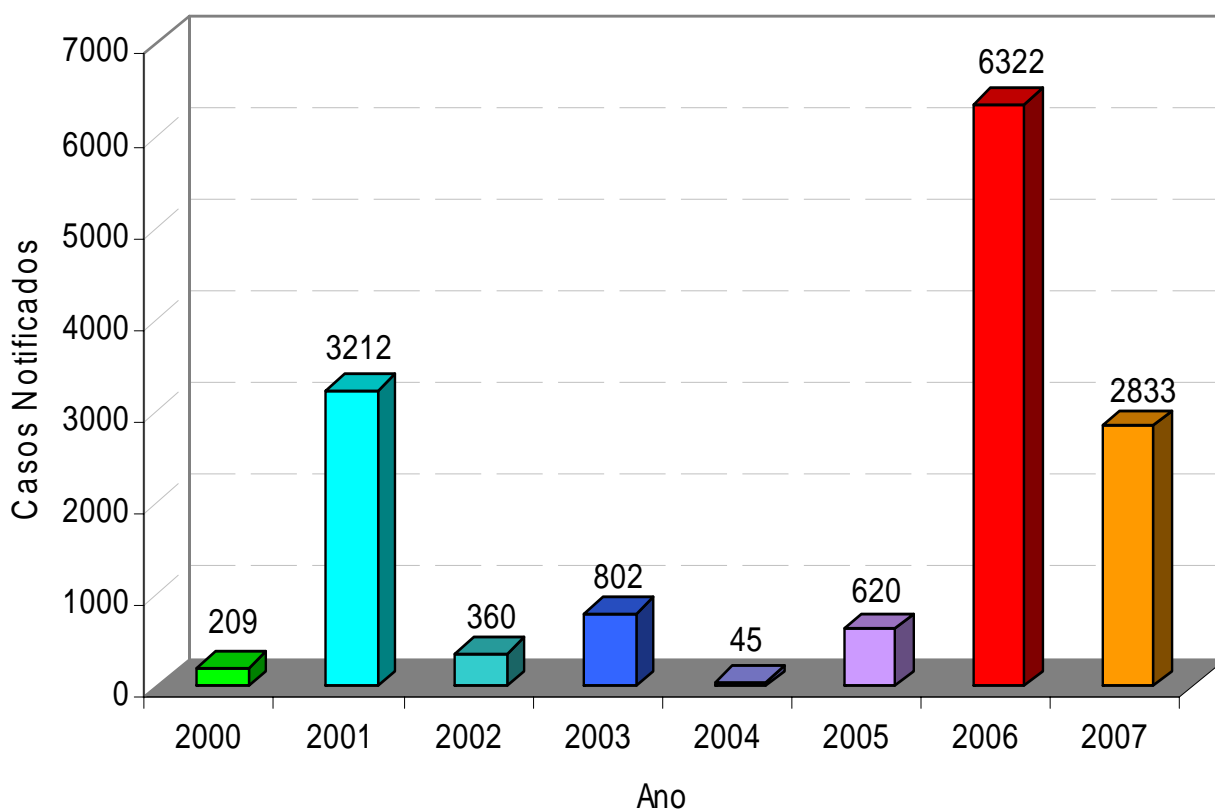


Figura 5.1 - Distribuição dos casos novos de dengue em Ribeirão Preto/SP 2000 a 2007.

Nota-se na Figura 5.1 que entre os anos 2000 e 2001 houve um crescimento considerado de confirmações da doença. Nos anos 2002 a 2005 a doença teve um controle desejável, mas já em 2006 houve a maior confirmação de casos de dengue

no município. Em 2007 houve realmente uma decaída considerável em relação ao ano anterior, mostrando aparentemente um melhor controle da doença.

Especificamente no ano 2007 foram coletados dados de 2.976 possíveis casos de dengue, sendo georreferenciados 2.833 casos confirmados de dengue clássico (DEN-1), equivalendo a um percentual de 95%, sendo que os 5% restantes equivalem a 143 casos assim classificados: 12 casos de dengue com complicações (DEN-2), 4 casos com Febre Hemorrágica da Dengue (FHD) (DEN-3), 51 registros de endereços não encontrados e 76 registros sem a codificação de identificação do tipo de dengue.

O número de casos de confirmações de dengue mostrado na Figura 5.1 difere do número de casos confirmados da Figura 3.2 da Divisão de Vigilância Epidemiológica do município de Ribeirão Preto. Na técnica de geoprocessamento utiliza a coleta, tratamento e análise dos dados. Na fase de tratamento foram encontradas pequenas diferenças de inconsistências no banco de dados: confirmações de outras regiões, dados incompletos, campos de registros não encontrados ou inexistentes, digitação errada e outros fatores.

Em geral, números absolutos de casos de doenças ou mortes não são utilizados para avaliar o nível de saúde, pois não levam em conta o tamanho da população. Dessa forma, os indicadores de saúde são construídos por meio de razões (frequências relativas), em forma de proporções ou coeficientes (SOARES, 2001).

O *Coefficiente de incidência* (CI) de uma doença representa o número de casos da doença pelo tamanho da população de risco. No caso da dengue, a população de risco é toda a população do município, e o coeficiente pode ser calculado por:

$$CI = \frac{\text{Casos novos da doença}}{\text{população do município exposta à doença}} \times 100.000 \text{ hab.}$$

A Tabela 5.1 apresenta o número de casos novos confirmados de dengue e o coeficiente de incidência para o período de 2000 a 2007.

Tabela 5.1 Casos confirmados de dengue, população e coeficiente de incidência nos anos 2000 a 2007

Ano	População Ribeirão Preto/SP	Casos confirmados	Coeficiente de Incidência (por 100.000 habitantes)
2000	504.923	209	41,39
2001	514.160	3.212	624,71
2002	520.501	360	69,16
2003	527.734	802	151,97
2004	534.944	45	8,41
2005	551.312	620	112,46
2006	559.651	6.322	1.129,63
2007	567.917	2.833	498,84

A Figura 5.2 mostra a variação mensal do coeficiente de incidência de dengue entre os anos de 2000 e 2007 por 100.000 habitantes no município de Ribeirão Preto/SP.

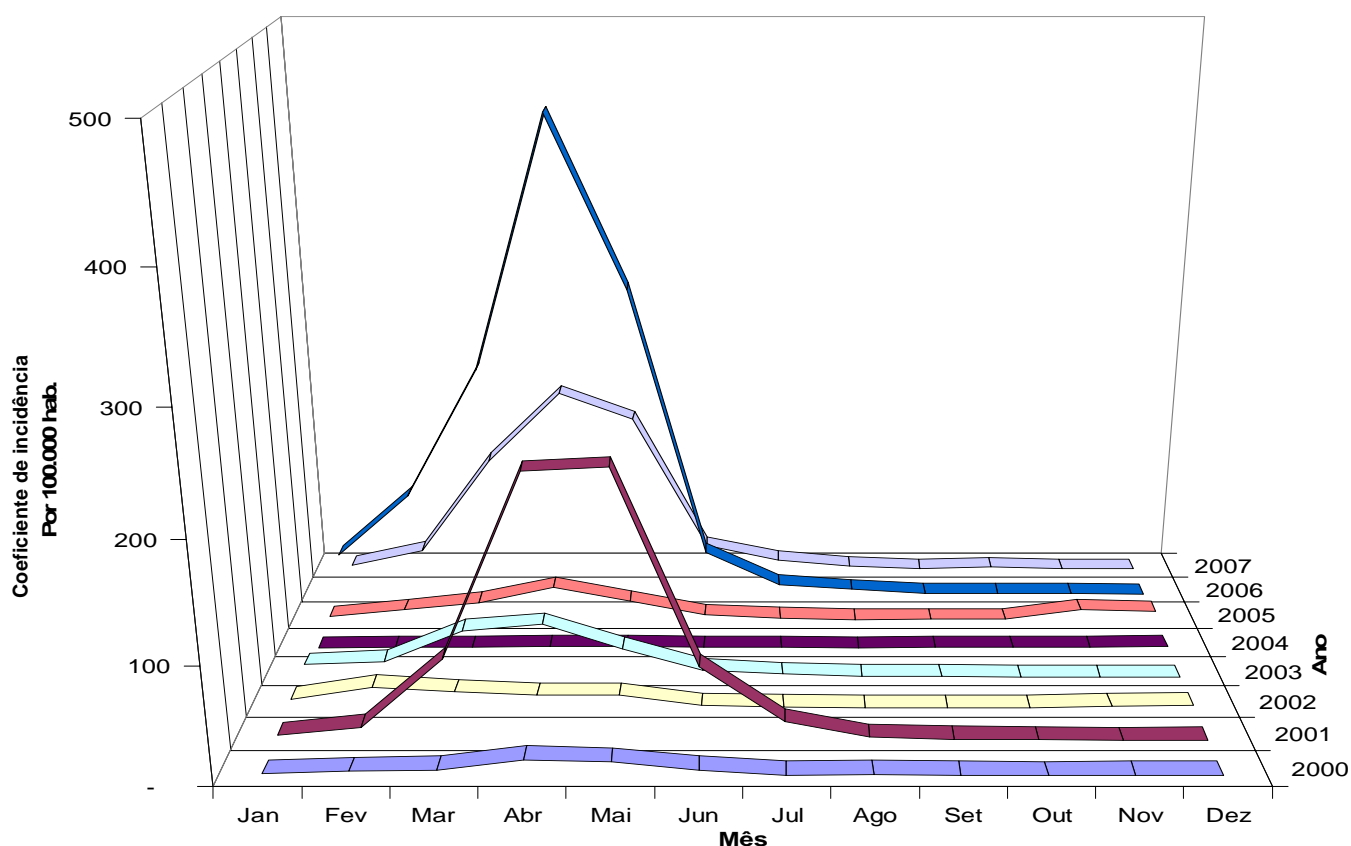


Figura 5.2 – Variação mensal do coeficiente de incidência entre os anos de 2000 e 2007.

Pode-se notar que a incidência de casos confirmados de dengue foi maior a partir do mês de fevereiro até início de julho, praticamente em todos os anos do estudo, destacando-se os anos 2001, 2006 e 2007. Os meses entre setembro e dezembro apresentaram quase uma mesma evolução nos anos apresentados. Destaque-se o ano 2006 como a maior incidência de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP.

5.2. Correlação dos Casos de Dengue com Fatores Climáticos

5.2.1 Índice Pluviométrico de Precipitação

A Tabela 5.2 mostra os índices pluviométricos de precipitações mensais nos anos 2000 a 2007 no Município de Ribeirão Preto/SP.

Tabela 5.2 Índice Pluviométrico de Precipitação (mm) nos Anos 2000 a 2007/Mensal Ribeirão Preto/SP

Ano/Mês	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
2000	353,6	326,2	180,3	0,2	0,9	0,2	26,4	44,2	80,6	17,8	140,8	258,6
2001	69,2	85,0	114,6	39,2	70,8	2,0	2,8	28,6	39,0	84,8	132,2	95,6
2002	223,4	226,0	120,0	6,6	32,6	0,0	2,2	51,4	39,2	72,8	166,0	246,4
2003	448,6	119,0	72,4	102,1	53,6	0,2	13,0	6,8	19,4	31,0	145,8	124,4
2004	288,0	432,0	90,4	163,8	111,4	45,6	15,0	0,0	10,2	128,4	163,6	437,6
2005	488,6	50,2	147,6	39,6	97,0	33,0	35,2	0,0	86,4	59,4	177,2	29,2
2006	140,4	324,2	179,0	59,4	1,6	0,0	8,2	0,2	35,6	180,0	215,5	289,1
2007	469,9	87,2	117,7	15,2	98,6	1,7	65,7	0	3	49,4	125,4	179,6

Fonte: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC (Ribeirão Preto); Estação Meteorológica da UNAERP.

As Figuras 5.3. a 5.10 mostram o coeficiente de incidência de casos de dengue por 100.000 habitantes nos anos 2000 a 2007, com junção dos dados de precipitação pluviométrica nesse mesmo período no Município de Ribeirão Preto/SP.

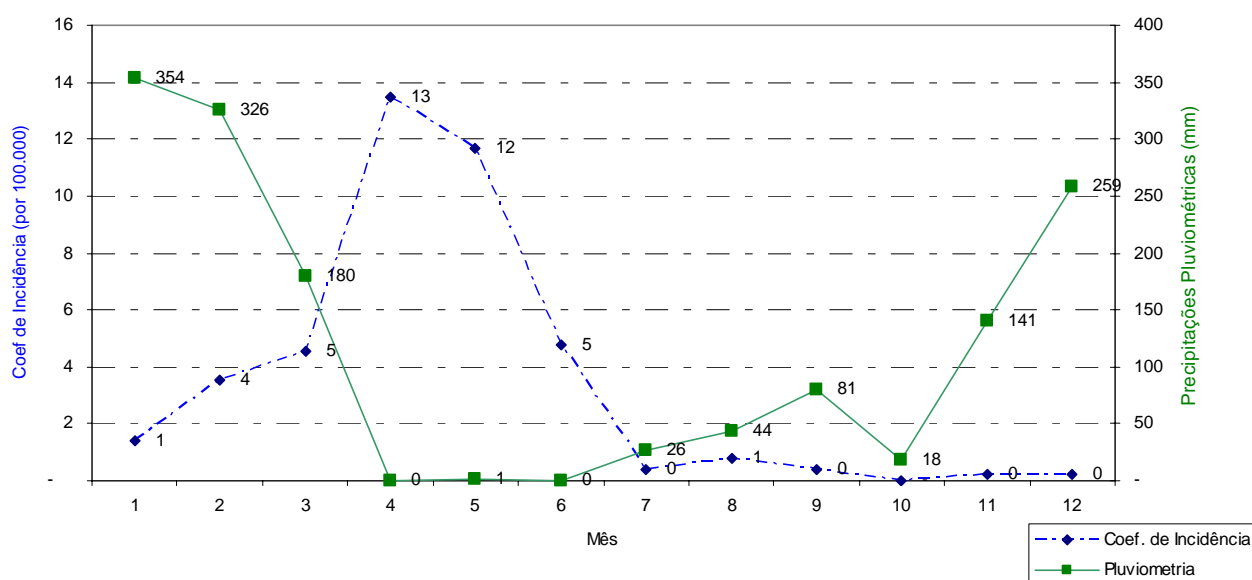


Figura 5.3 – Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2000.

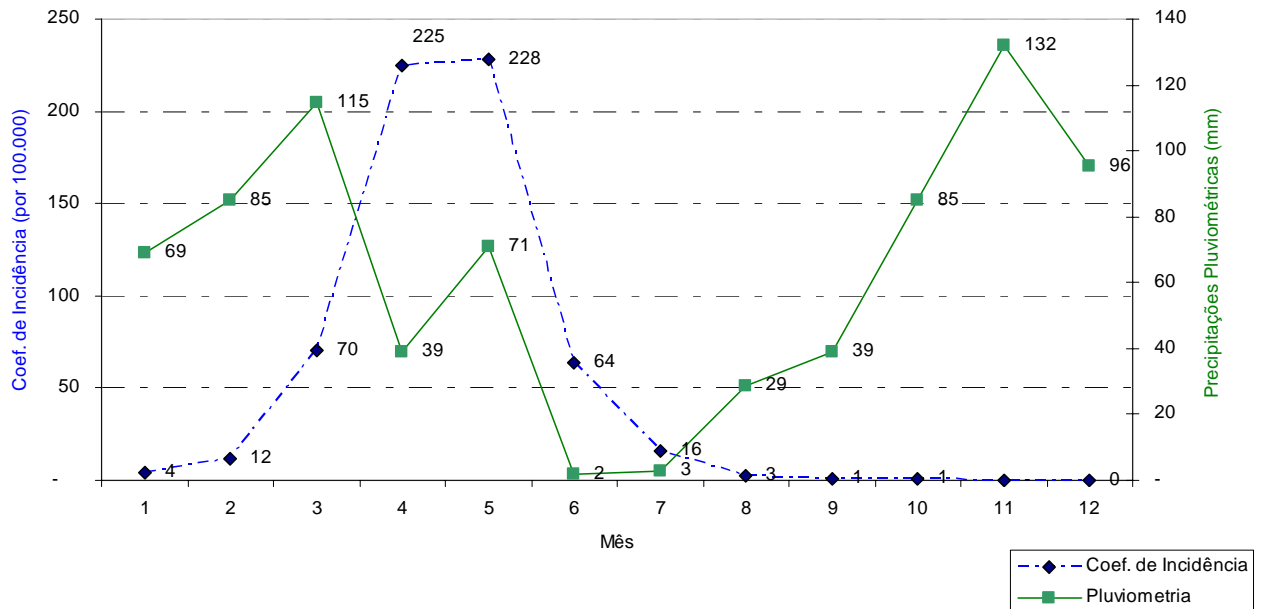


Figura 5.4 – Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2001.

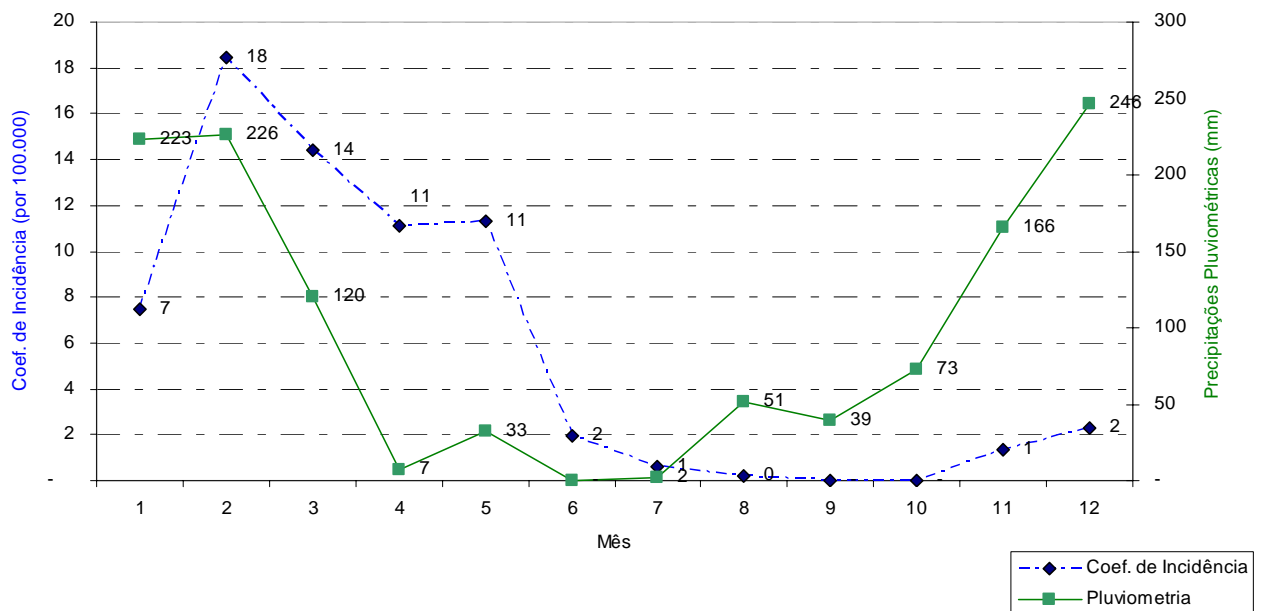


Figura 5.5 – Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2002.

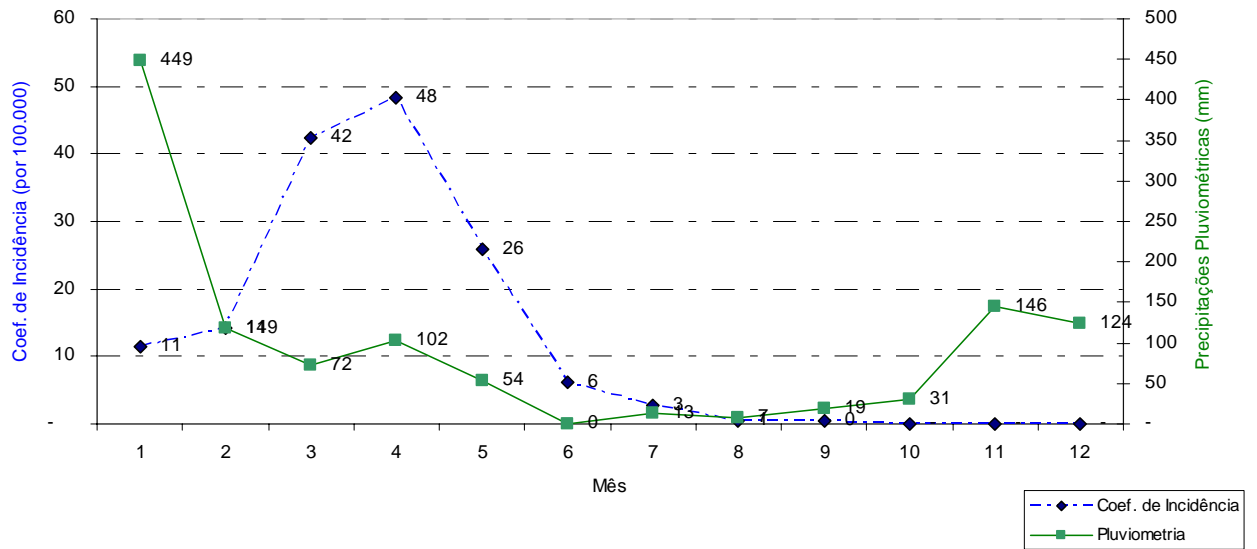


Figura 5.6 – Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2003.

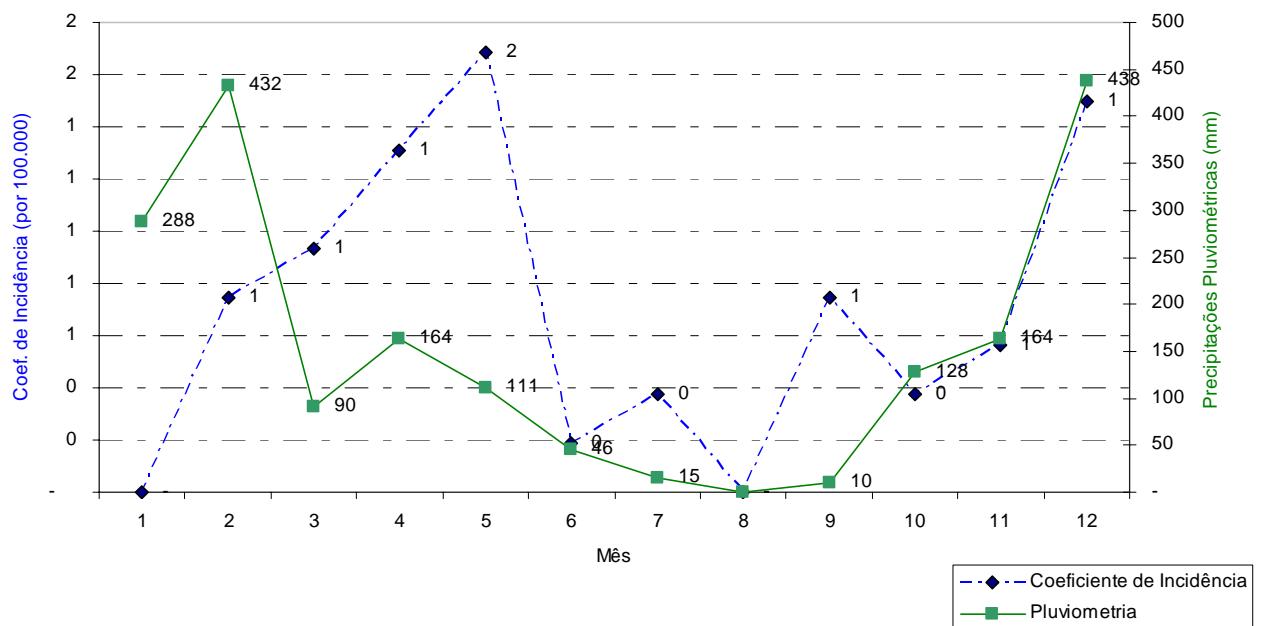


Figura 5.7 – Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2004.

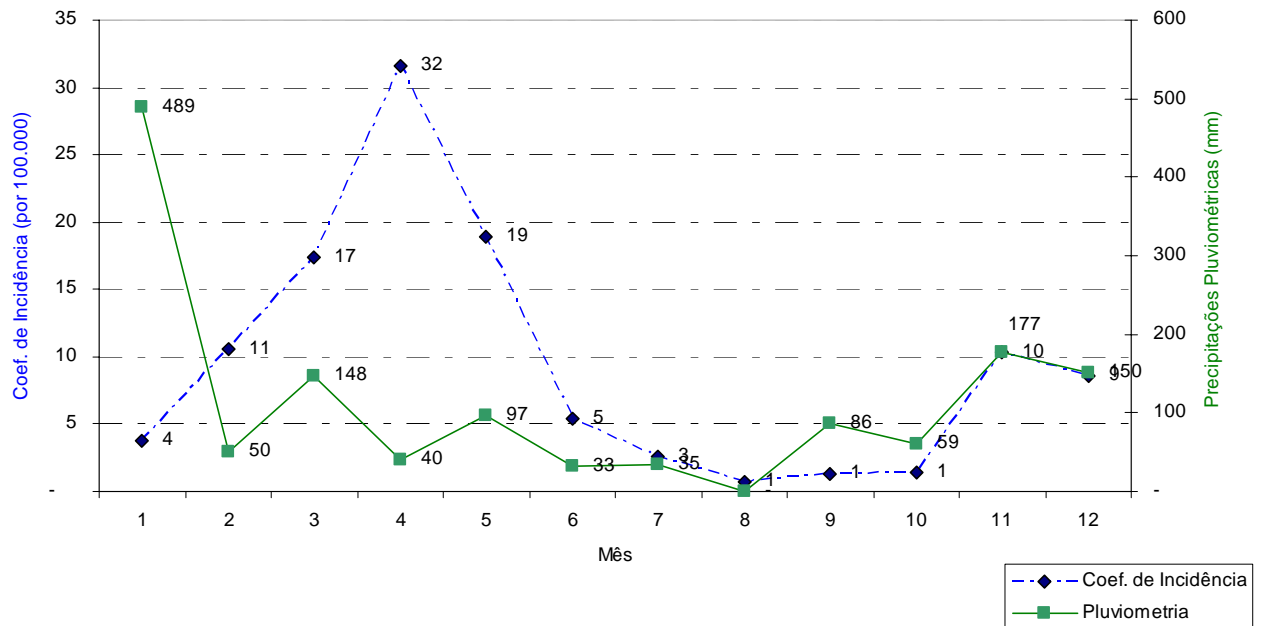


Figura 5.8 – Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2005.

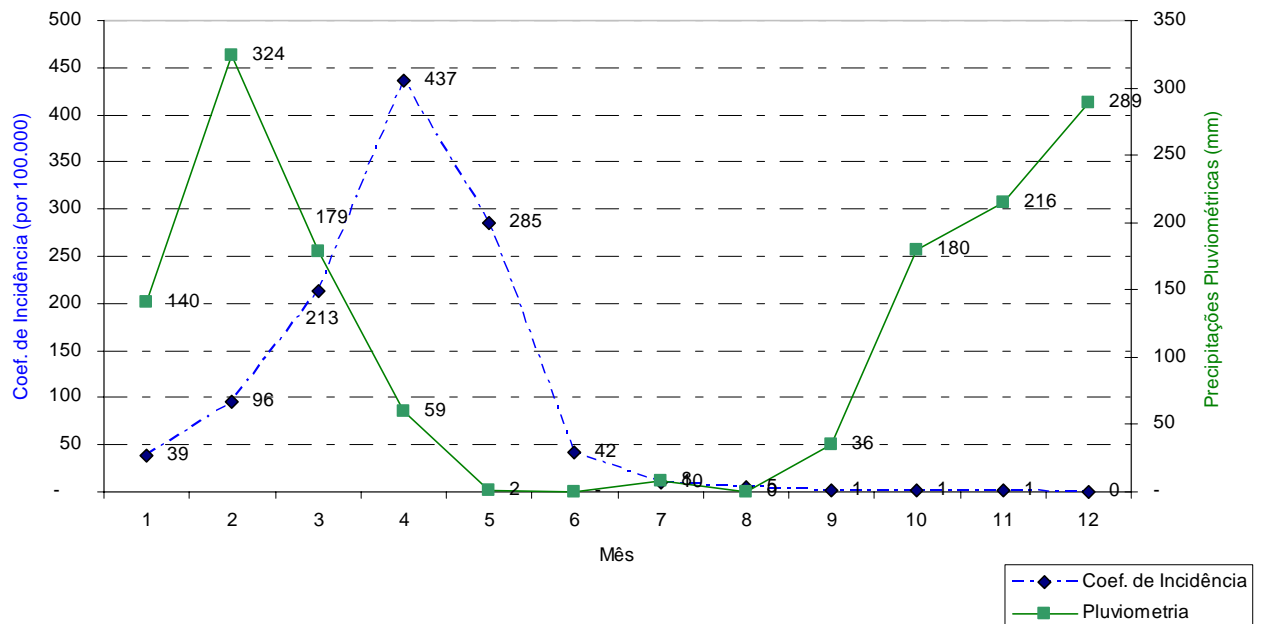


Figura 5.9 – Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2006.

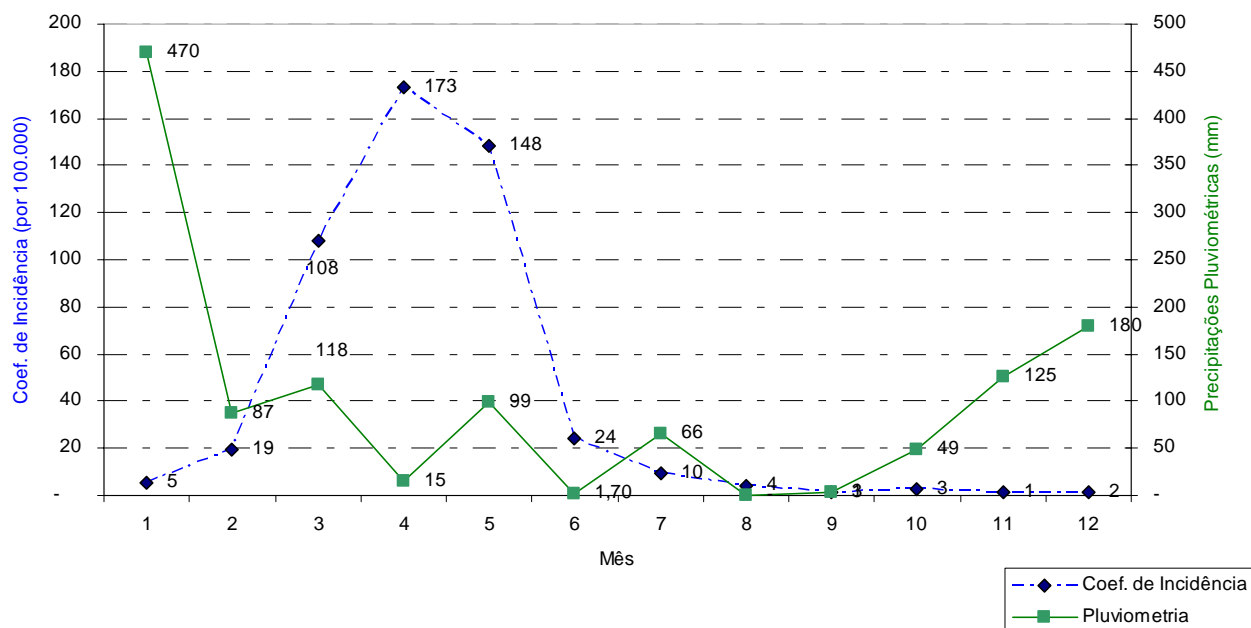


Figura 5.10 – Variação mensal do coeficiente de incidência da dengue e do índice pluviométrico em Ribeirão Preto, 2007.

Observa-se nas Figuras 5.3 a 5.10 que a linha de dados notificados e a linha das precipitações pluviométricas mostram-se em níveis defasados, isto é, com o aumento das chuvas, há o aumento de incidências dos casos notificados da doença. Notou-se ainda que os meses com maior precipitação da chuva são novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, enquanto que entre os meses de abril a agosto houve uma menor intensidade de chuvas, em setembro e outubro já recomeça o aumento das chuvas.

Observa-se que a evolução da doença segue em função da evolução pluviométrica no município, que proporciona condições favoráveis para proliferação da doença, seguindo o período do ciclo de vida adulta do mosquito. O ciclo de incubação é 8 a 12 dias e a partir daí já é possível transmitir a doença por todo o período de vida adulta do mosquito, que é 30 dias (SUCEN, 2001). Há assim uma relação direta nas regiões tropicais entre as chuvas e o aumento do número de casos da dengue.

5.2.2. Temperatura

A temperatura influi diretamente na transmissão da dengue, sendo que a transmissão ocorre preferencialmente em temperaturas superiores a 20° C.

As alterações climáticas podem afetar significativamente o vetor da doença em seres humanos. Temperatura, precipitação, umidade e outros fatores climáticos são conhecidos por afetar a reprodução, desenvolvimento, comportamento e dinâmica populacional dos vetores destas doenças (KENNETH et al, 2008).

Estudos foram realizados em Taiwan (Ásia) em análise espacial para analisar o modo como a temperatura e outros fatores ambientais podem afetar a distribuição da dengue e a previsão para áreas com potencial risco da dengue epidêmica com as alterações climáticas. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi utilizado para demonstrar os padrões espaciais de todas as variáveis estudadas entre 356 municípios desse país.

O número de meses com temperatura média superior a 18°C por ano e o grau de urbanização foram encontrados estar associados com o aumento da incidência do risco da proliferação da doença nos municípios. Com um aumento de 1°C da temperatura média mensal, o total da população em risco de transmissão de dengue aumentaria em 1,95 vezes (WU et al. 2008).

Para associar temperatura e os casos de dengue, é importante que os locais de medição coincidam com os locais de ocorrência da doença. Em Ribeirão Preto/SP, há 3 locais com estações meteorológicas. Esses locais correspondem à Unaerp (Av. Constabile Romano – setor Leste), Fazenda Experimental (Rodovia Antonio Duarte Nogueira Km 321, setor Leste) e o Aeroporto Leite Lopes (Rua Pouso Alegre – setor Norte). As localizações dos pontos de medição de temperatura não coincidem com os setores de maior incidência de casos, como será mostrado

mais adiante. Apesar do setor Norte estar entre os setores de risco, o Aeroporto se encontra distante das aglomerações populosas desse setor. De todo modo a temperatura média em Ribeirão Preto/SP oscila anualmente entre 19 e 25°C, faixa considerada adequada para a propagação do vetor.

A Figura 5.11 mostra a temperatura média máxima e mínima entre os anos 2003 e 2007.

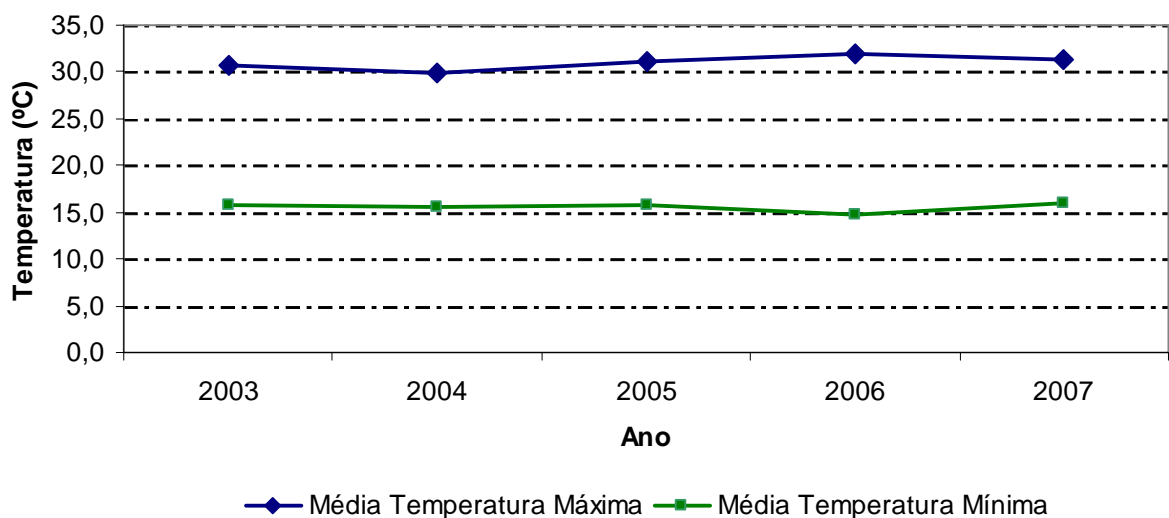


Figura 5.11 – Temperatura média máxima e mínima nos 2003 a 2007 em Ribeirão Preto/SP.

Os dados da Figura 5.11 foram disponibilizados pelo Instituto Agronômico de Campinas – IAC (Ribeirão Preto). Observa-se que a média oscila entre 15 e 32 °C, diferenciando da literatura, mas, confirma a temperatura adequada para a propagação do vetor. Observa-se também que nos anos 2006 e 2007 tiveram a maior média máxima, coincidindo com a maior confirmação de casos de dengue em Ribeirão Preto/SP.

5.2.3. Enchentes

Segundo Geisseler (2004), a grande quantidade de chuvas ocasiona enchentes, e com isso, a realidade é de que 80% das doenças registradas são hidroveiculadas. Os microorganismos patogênicos permanecem durante vários dias in vivo nas áreas alagadas, provocadas por inundações de rios.

As enchentes contribuem para agravar ainda mais a situação de comunidades localizadas em áreas de risco de alagamento, favorecendo o aumento dos índices de doenças, principalmente aquelas de veiculação hídrica, acarretando problemas de saúde pública (MENESCAL et al, 2001).

No município de Ribeirão Preto/SP, nos meses de chuvas intensas, ocorrem alagamentos em área de risco, segundo Defesa Civil de Ribeirão Preto conforme (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 Enchentes dos anos 2001 a 2007 Ribeirão Preto (SP)

ANO	DIAS
2001	19/11
2002	23/02
2003	30/01
2004	19/12
2005	16/03 24/11
2006	08/02 18/10 29/11
2007	14/01

Fonte: Secretaria de Defesa Civil de Ribeirão Preto.

Observa-se que o período das enchentes confirma que existe uma relação direta nos setores alagados coincidindo com ocorrência de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP.

Segundo a Defesa Civil de Ribeirão Preto, os locais que inundam mais são:

- Setor Central, abrangendo 6 ruas direcionando para o lado oeste, com os Córregos Retiro da Saudade e Ribeirão Preto;
- Setor Norte, Campos Elíseos com os Córregos Retiro da Saudade, Ribeirão Preto e do Tanquinho abrangendo 9 ruas se expandindo nos setores Oeste, Central, Norte e Leste da cidade;
- Setor Leste Ribeirânia com os Córregos Retiro da Saudade e Ribeirão Preto que inundam as áreas mais próximas a ele, Vila Virgínia (oeste), central e proximidades a ele com 11 ruas alagadas;
- Setor Leste Jardim Independência com o Córrego do Tanquinho com 1 rua alagada.

5.3. Distribuição Espacial dos Casos de Dengue em Ribeirão Preto

5.3.1 Mapas de Dispersão entre 2000 e 2007

Através dos mapas temáticos representados nas Figuras 5.12 a 5.19, verifica-se a dispersão do vetor da doença no município de Ribeirão Preto nos bairros na área urbana nos anos de 2000 a 2007.

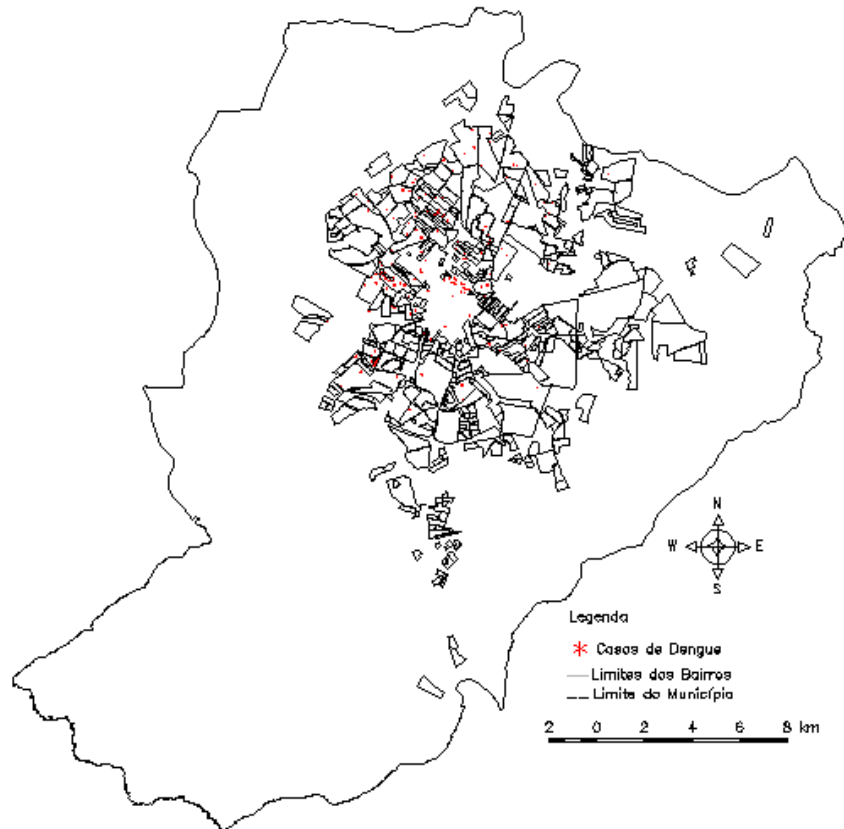


Figura 5.12 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2000.

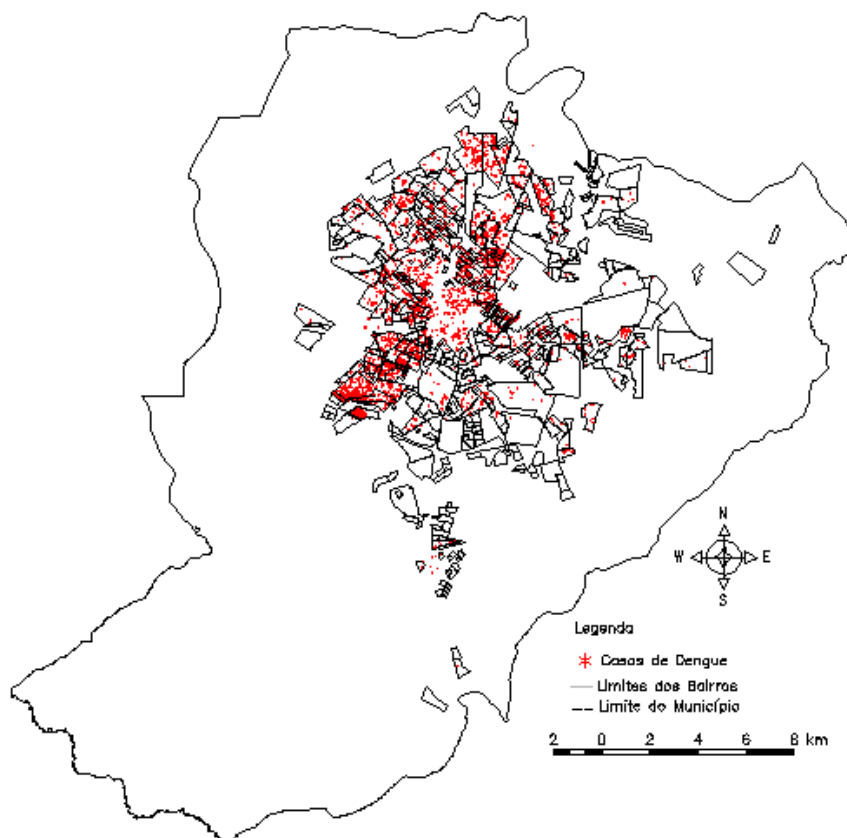


Figura 5.13– Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2001.

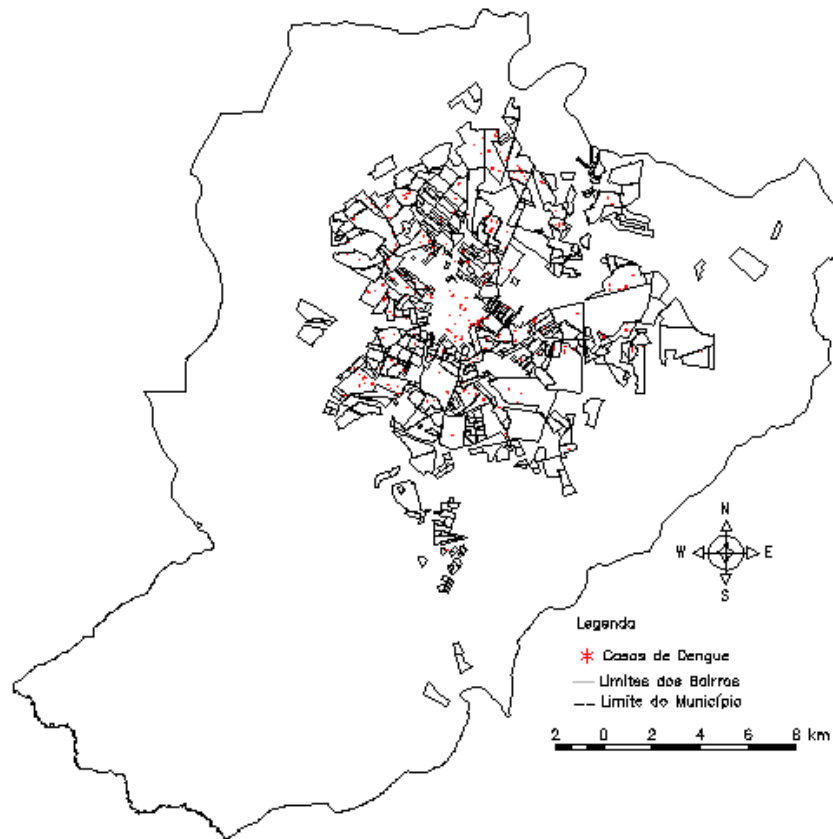


Figura 5.14 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2002.

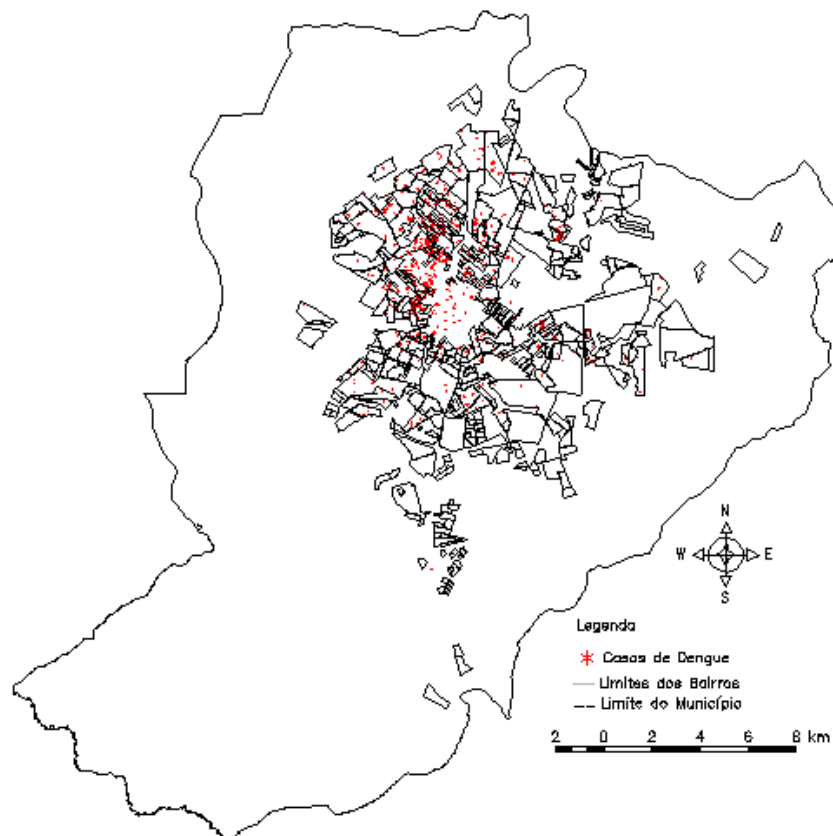


Figura 5.15 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2003.

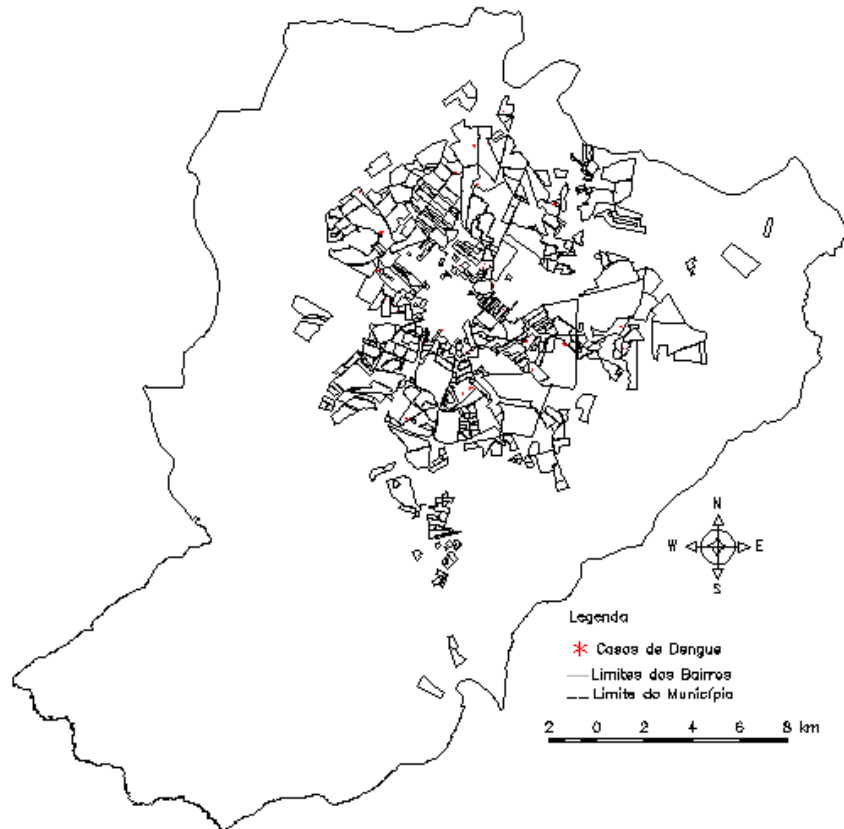


Figura 5.16 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2004.

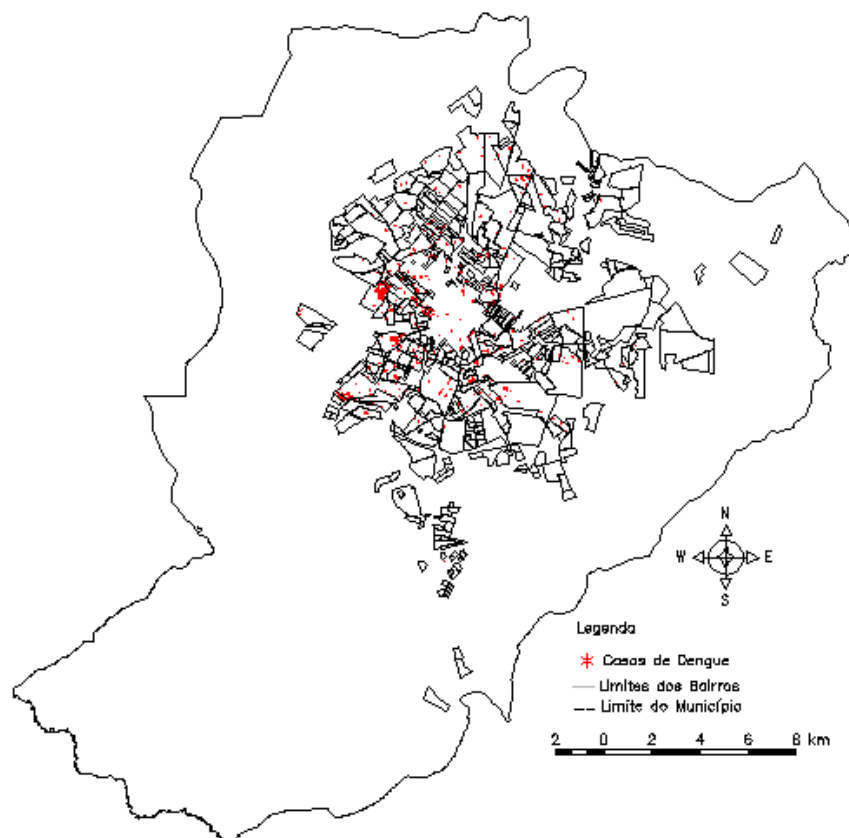


Figura 5.17 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2005.

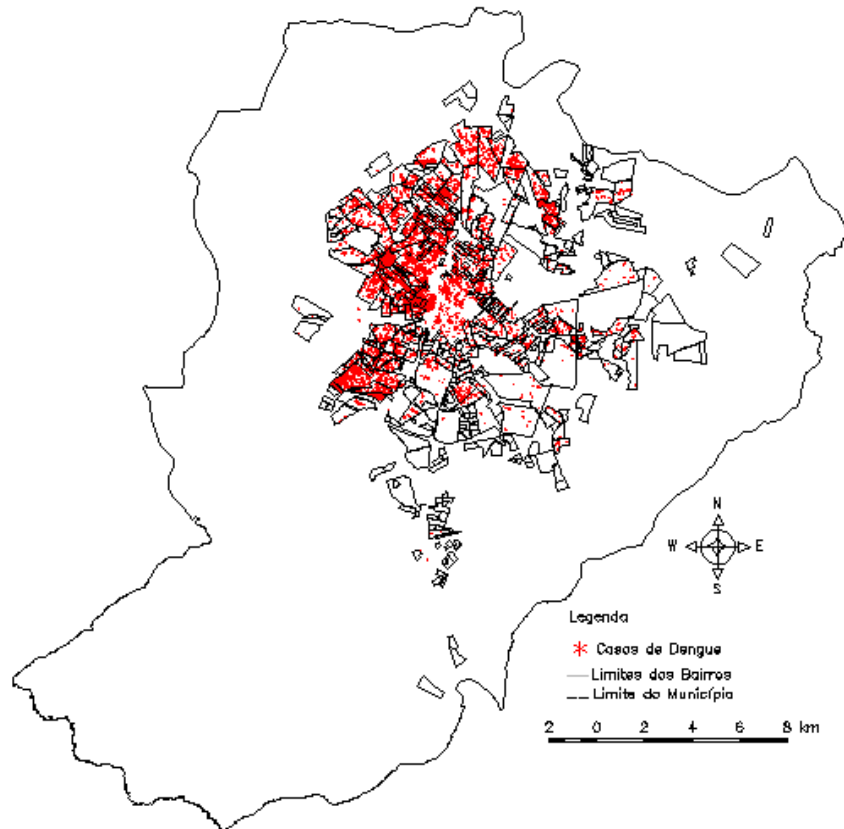


Figura 5.18 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2006.

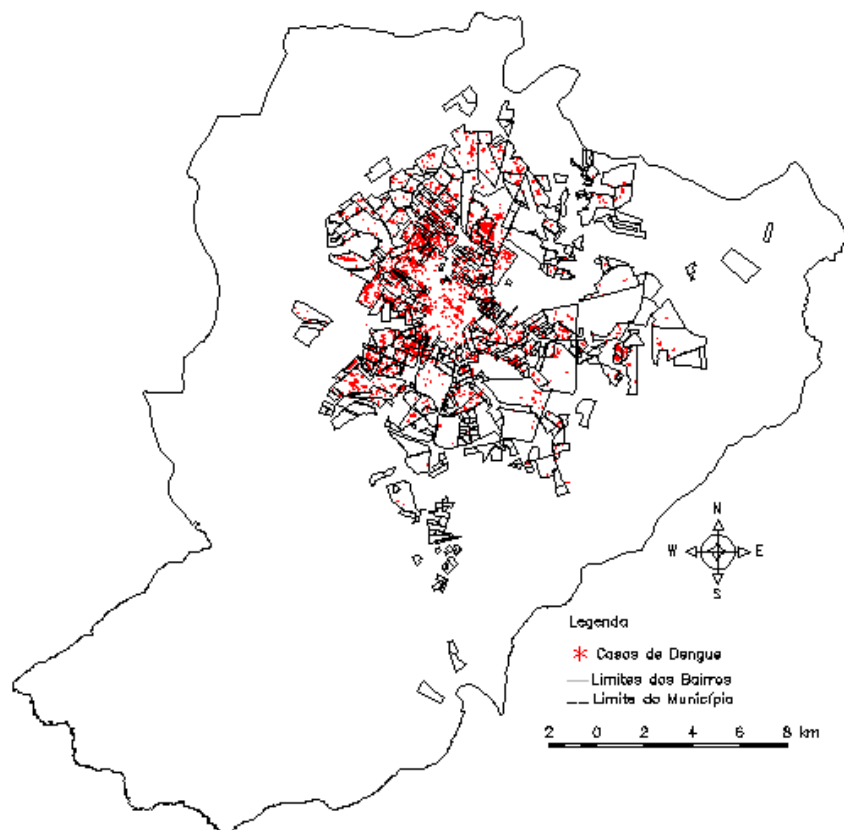


Figura 5.19 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2007.

Nos mapas temáticos gerados através do SIG, nota-se a heterogeneidade da distribuição espacial dos casos de dengue. Constatou-se que a maior concentração dos pontos de dengue ocorre nos setores Oeste e Norte, seguido do setor Central e numa proporção menor os setores Leste e Sul. O apêndice A apresenta os bairros que tiveram casos confirmados de acordo com os setores dos anos estudados.

No ano de 2000 (Figura 5.12) nota-se uma maior quantidade de casos no setor oeste, seguido do setor norte, poucos casos nos setores leste e sul e pouquíssimos casos apresentados no setor central do município.

O ano de 2001 (Figura 5.13) foi o segundo com mais casos neste estudo. Na Figura 5.3 nota-se que o coeficiente de incidência com precipitação pluviométrica no ano de 2000 apresenta uma grande quantidade de chuva. Confirmou-se assim que a ocorrência de chuva no fim de ano resulta mais casos no início do ano seguinte. Notou-se também uma grande quantidade de casos no setor oeste, seguido do setor norte e central, menos casos nos setores leste e sul do município.

No ano de 2002 (Figura 5.14) houve uma queda significativa em relação ao ano anterior. Por ter ocorrido um grande surto de proliferação em 2001, a Divisão de Controle de Vetores da Secretaria da Saúde do município realizou uma campanha mais efetiva de combate ao mosquito, fazendo com que o número diminuísse bastante em 2002. Nota-se uma distribuição bem uniforme dos 4 setores, sendo em maior quantidade de casos no setor oeste, seguido do setor norte, central e Leste e poucos casos no setor sul do município.

No ano de 2003 (Figura 5.15) houve um crescimento de casos em relação ao ano anterior. Também nota-se um crescimento maior no setor norte do município,

seguido novamente do setor oeste, poucos casos no setor central, algumas aglomerações no setor leste e poucos casos no setor sul do município.

No ano de 2004 (Figura 5.16) praticamente não houve casos de notificação da doença, apenas 45 casos notificados, talvez por que no ano de 2003 tenha chovido muito pouco até o final do ano a elevação do nível de chuva só apareceu no final do ano. Nota-se que apesar de poucos casos, uma quantidade maior de casos contrariando os outros mapas foi no setor leste, seguido do norte, oeste, sul e central

No ano de 2005 (Figura 5.17) aumentou o número de casos da doença devido às chuvas de outubro de 2004 até final de janeiro de 2005. Sabe-se que após o término das chuvas e o período de incubação do mosquito, se não houver uma intensificação ao combate do vetor, certamente a tendência é um aumento de casos da doença. Nota-se uma volta de maior quantidade de casos no setor oeste, seguido nesta ordem decrescente nos setores norte, leste, sul e central.

No ano de 2006 (Figura 5.18) houve uma explosão nos casos de dengue na cidade, mais de 6.000 casos de dengue foram confirmados, um fato preocupante para autoridades e a sociedade do município. Nota-se mais uma vez uma grande concentração de casos no setores: oeste, norte e central, no setor leste e sul com menos concentrações.

No ano de 2007 (Figura 5.19) diminuiu bastante o número de casos em relação ao ano de 2006, embora um número bastante significativo e preocupante. Nota-se uma maior quantidade no setor norte e seguida no setor oeste, já o setor leste diminuiu, mas com algumas concentrações, o setor central diminuiu bastante assim como o setor sul.

Observa-se no estudo que nos anos 2000-2007 as concentrações das transmissões da doença com maior intensidade foram no setor oeste, depois norte, central, leste e sul com menor intensidade de confirmações. Verifica-se no Apêndice A os bairros onde apresentaram casos em todos os anos do estudo: (Oeste) Vila Tibério, Vila Monte Alegre, Parque das Andorinhas, Vila Virginia e Vila Recreio; (Norte) Campos Elíseos, Jardim Mosteiro e Ipiranga; (Central) não apresentou casos no 2000; (Leste) Lagoinha (menos no ano 2000) e Ribeirânia (menos no ano 2004); (Sul) esse setor foi bastante disperso na região e não acusaram muitos casos.

5.3.2. Mapas de Estimador de Densidade por Kernel

Para fins de verificação da existência de agregação, a partir dos mapas de dispersão (Figuras 5.12 a 5.19), foi feita uma análise da concentração espacial do vetor da doença. Procedeu-se a realização da técnica Estatística Espacial por Estimador de Densidade por “Kernel” para estimativa de intensidade local, cujas representações são mostradas nas Figuras 5.20 a 5.27 nos anos 2000 a 2007 na Região Urbana de Ribeirão Preto/SP.

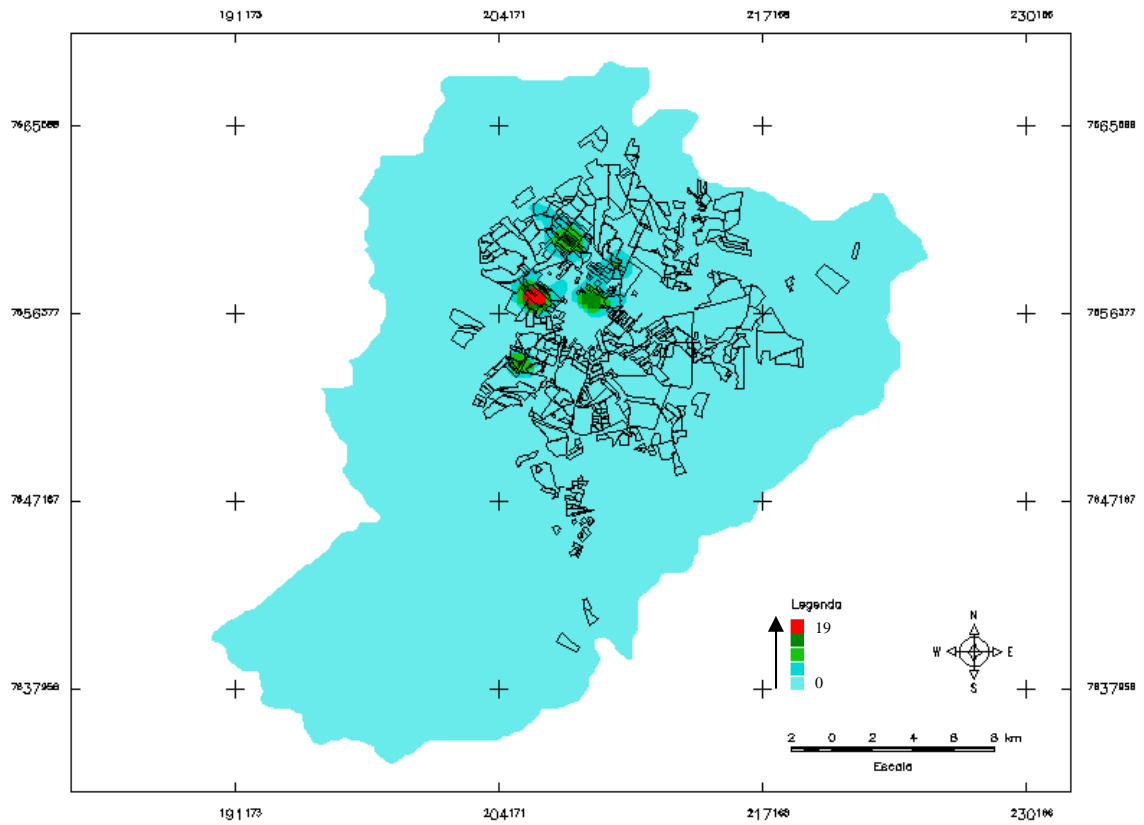


Figura 5.20 – Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2000.

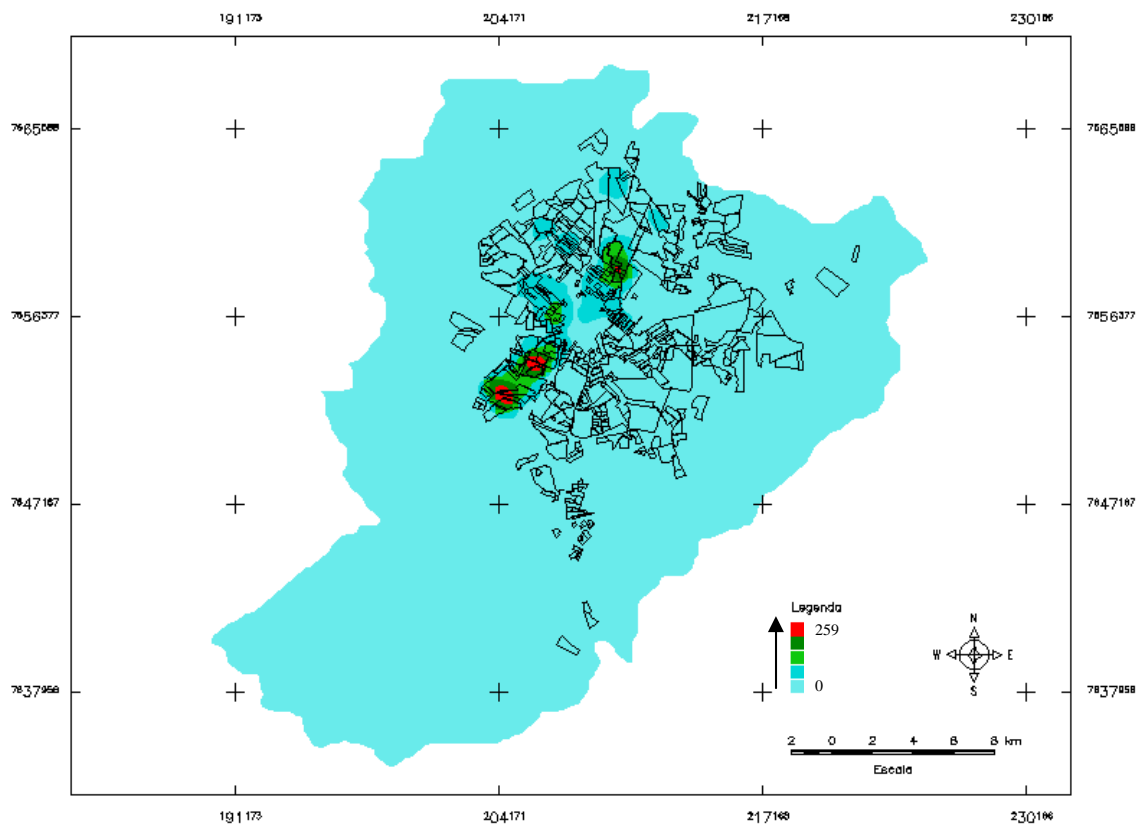


Figura 5.21 – Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2001.

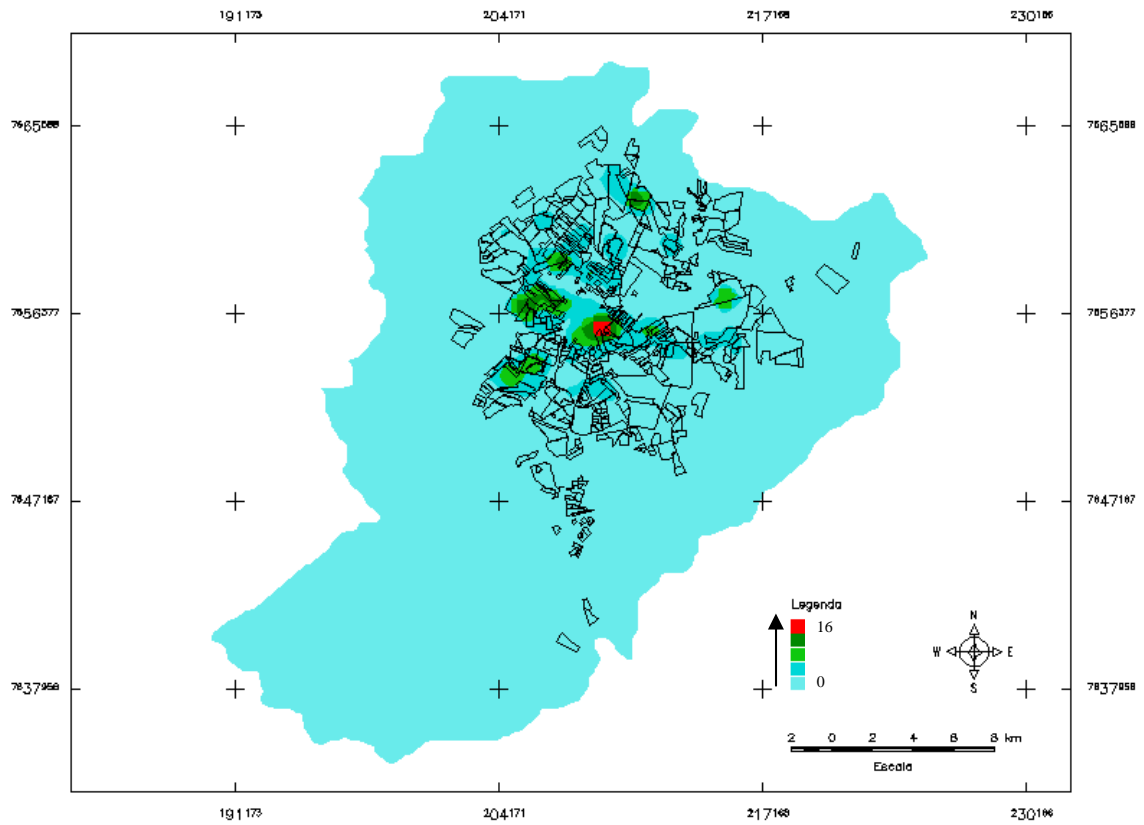


Figura 5.22 – Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2002.

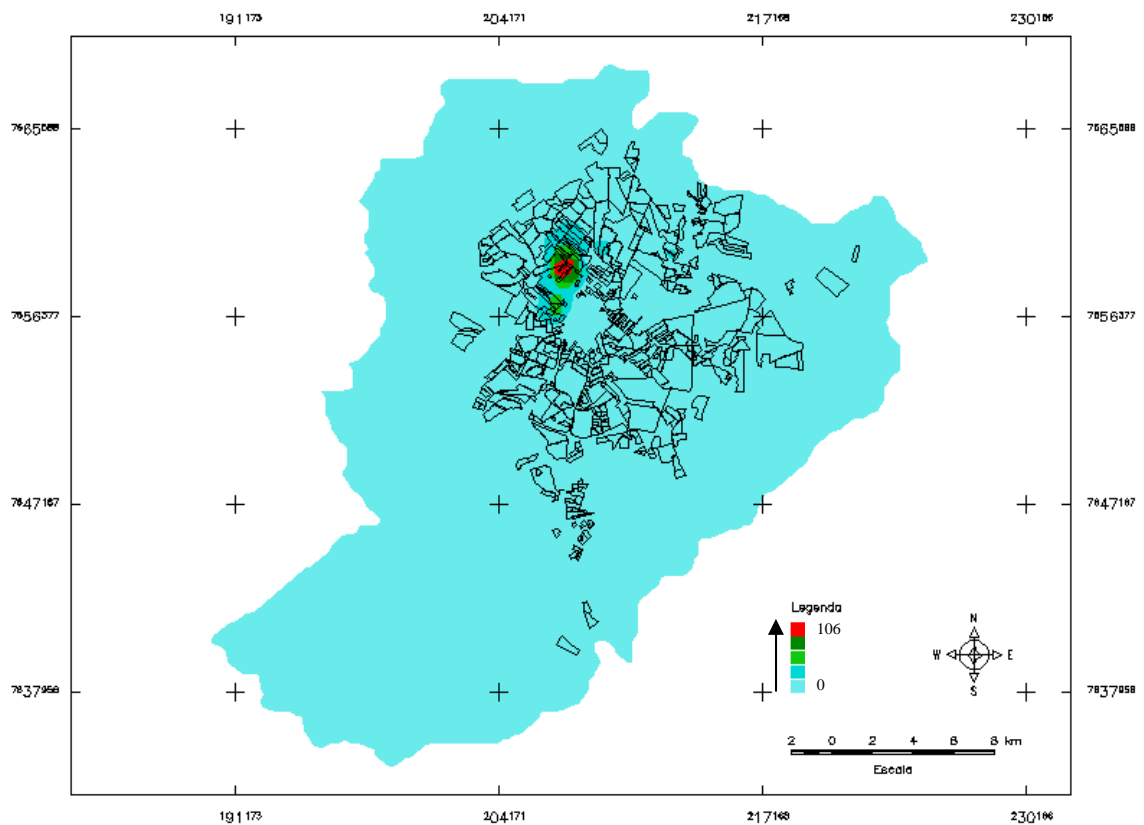


Figura 5.23 – Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2003.

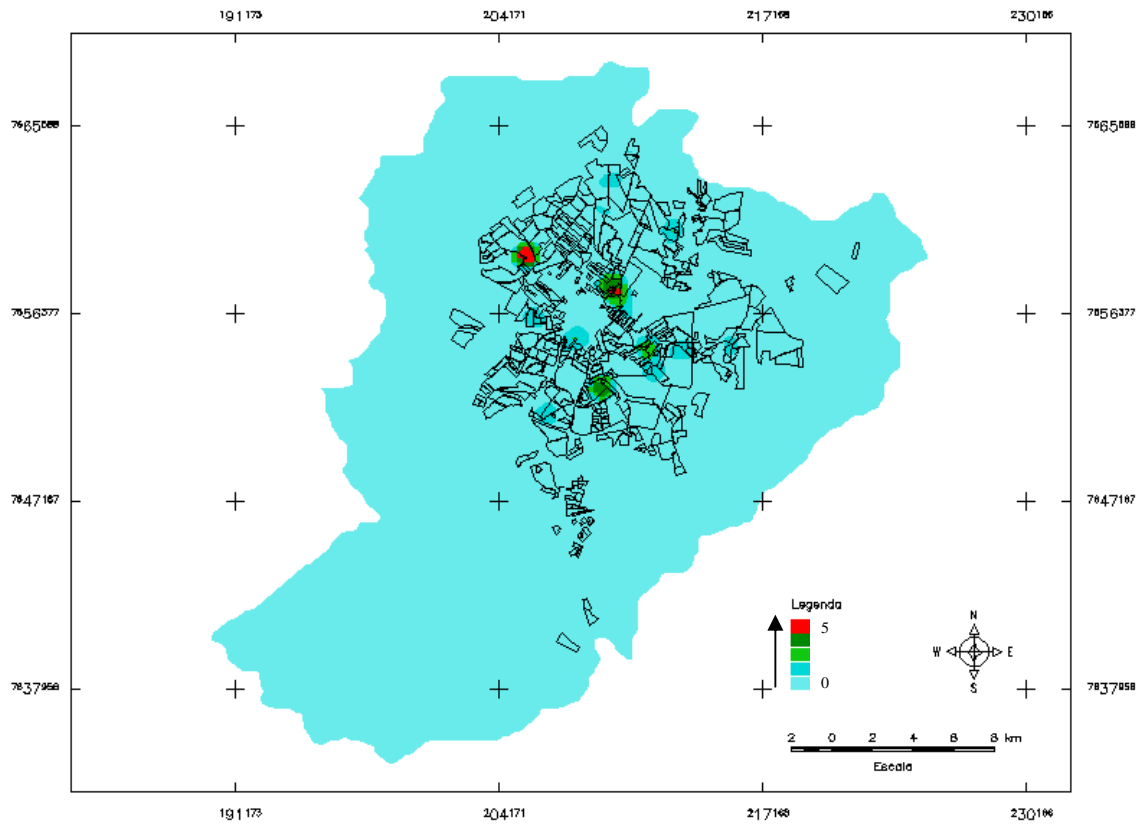


Figura 5.24 – Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2004.

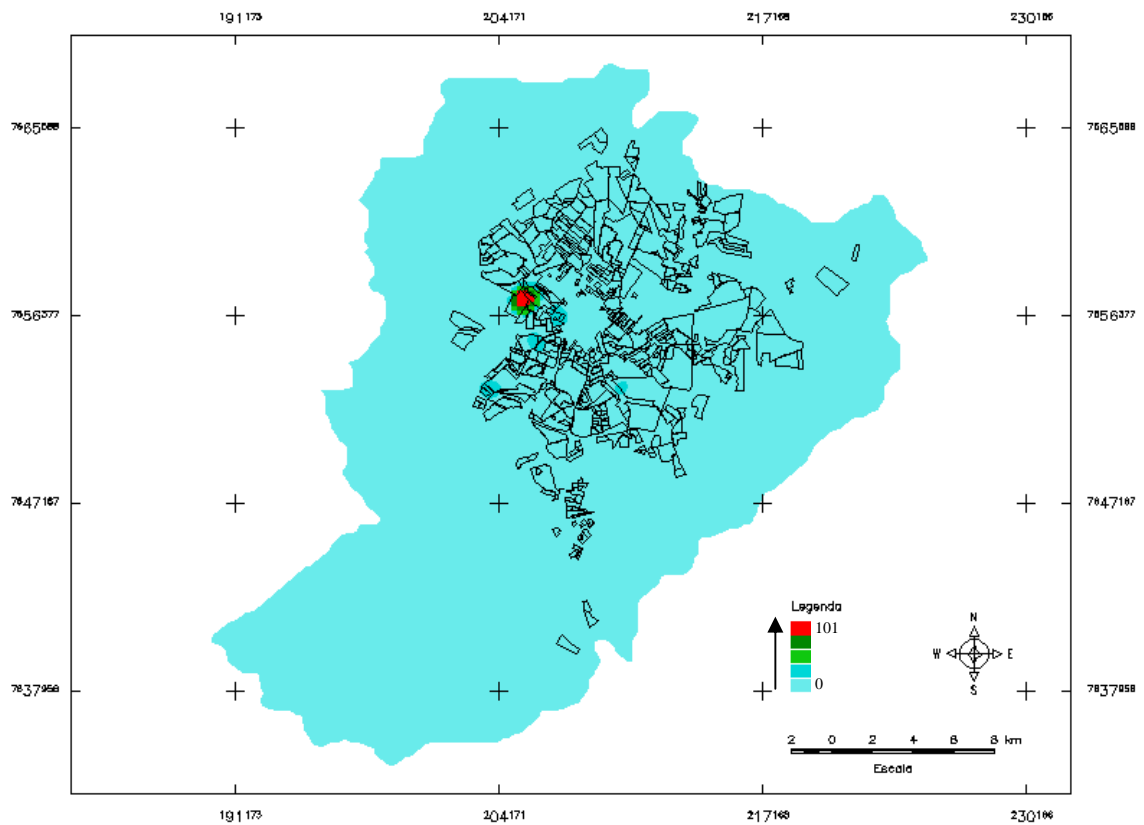


Figura 5.25 – Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2005.

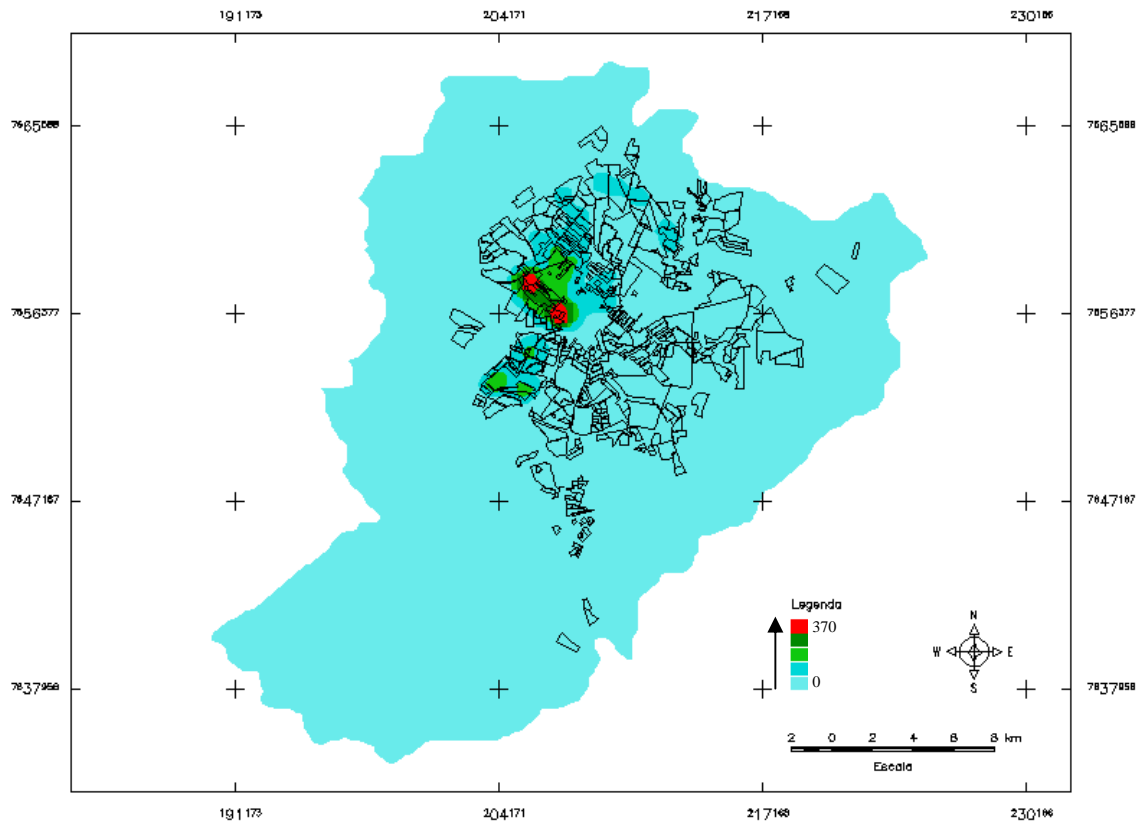


Figura 5.26– Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2006.

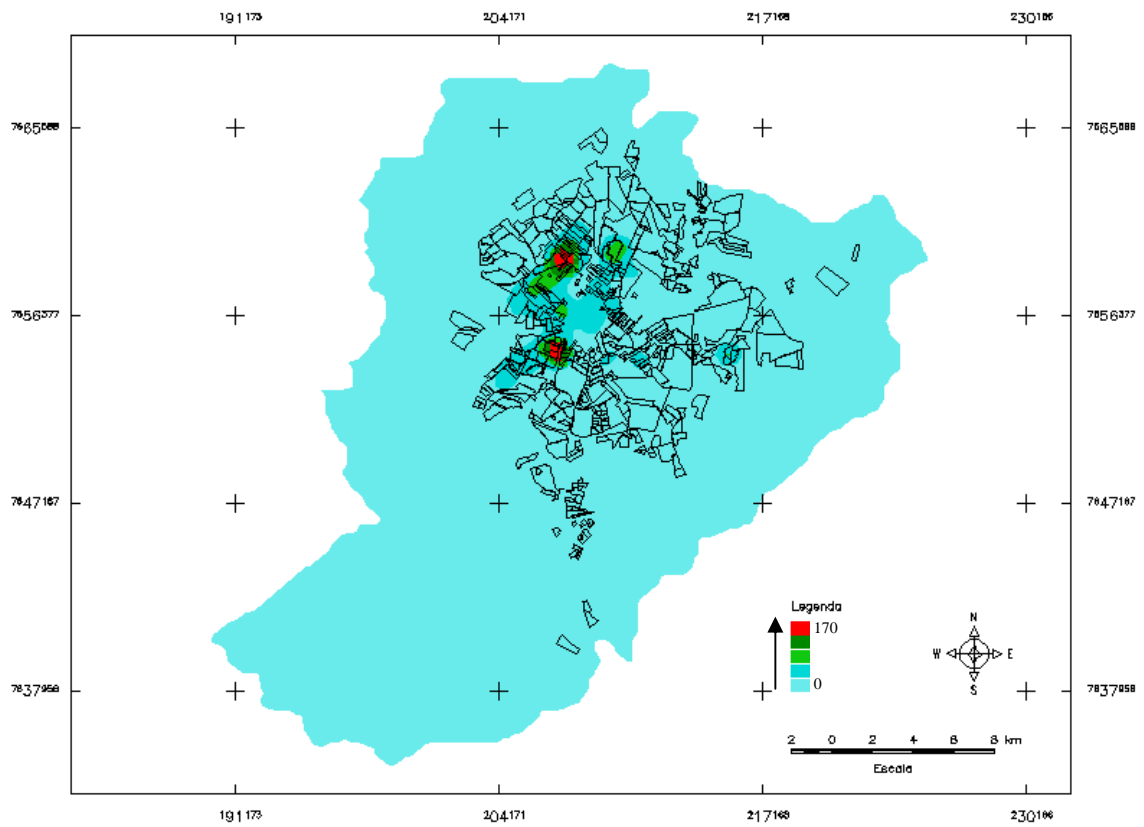


Figura 5.27– Sobreposição de mapas de bairros e de concentração de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP no Ano 2007.

Para todos os anos do estudo, constatou-se na Tabela 5.4 uma distribuição desigual de casos de dengue no espaço urbano de Ribeirão Preto/SP, verificando-se que as maiores concentrações da densidade estão localizadas nos setores oeste e norte do município. Por ser considerados setores populosos e estarem mais próximos aos córregos conseqüentemente a enchentes.

Destaca-se na análise que o ano de 2002 no setor central apresentou todas as densidades menos a densidade zero, por ser um setor de área menor do que os outros o mapa mostrou todo setor tomado pelas densidades.

Este estudo adotou o pressuposto de que a distribuição espacial da dengue não é uniforme, havendo um padrão à concentração de casos em determinados locais. O método do estimador de densidade por Kernel permitiu detectar onde os eventos estavam concentrados, evidenciando desigualdades de eventos na superfície do município e evidenciar a presença de aglomeração espacial dos casos. Portanto, o instrumento utilizado para estratificar o município em áreas de risco, através do conhecimento da distribuição espacial da dengue possibilita a definição de prioridades para o planejamento de ações mais adequadas voltadas para áreas de maior risco. Como dito anteriormente, o estimador de densidade é muito útil para fornecer uma visão geral da distribuição dos eventos.

5.4. Desenvolvimento de Mapas Temáticos e a Correlação com os Casos de Dengue

Pelo método de fatiamento, que consiste em mostrar através de cores as camadas existentes no município, foi possível correlacionar a doença com os mapas temáticos apresentados no estudo. O ano de 2006 foi tomado como base por ter tido o maior número de casos de dengue. Através dos mapas temáticos nas Figuras 5.28

a 5.30, são analisadas as camadas de altimetria, hidrografia, bairros, ferrovias e dispersão do vetor da doença no município de Ribeirão Preto.

5.4.1. Altimetria

A Figura 5.28 mostra a altimetria do município de Ribeirão Preto/SP, sua hidrografia e a dispersão dos casos de dengue no ano de 2006.

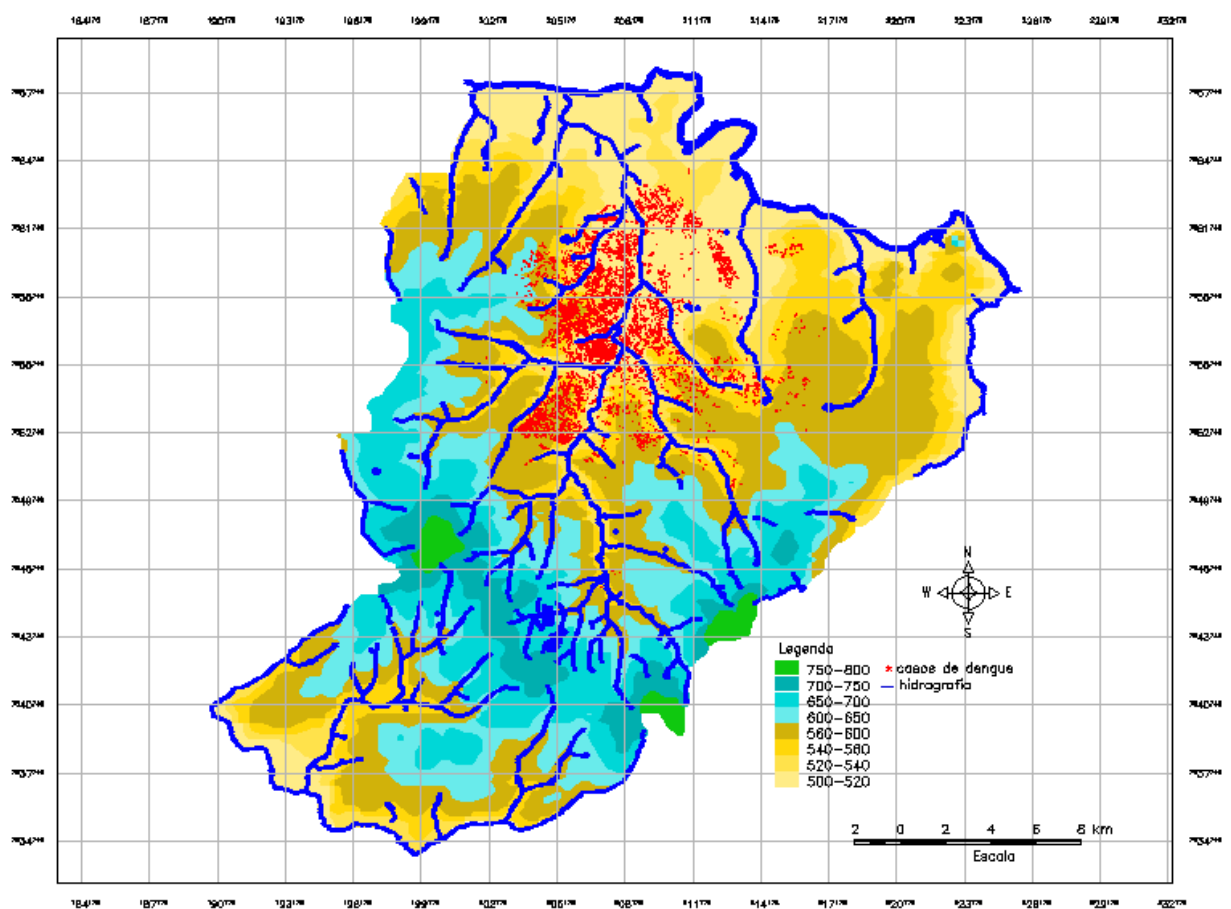


Figura 5.28– Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Altimetria, Hidrografia e Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2006.

Observa-se na Figura 5.28 que as regiões mais baixas do município são mostradas por cores mais claras. Observa-se que as localizações dos pontos são próximas aos córregos. Ribeirão Preto por ser um município de relevo acidentado e numa localização mais baixa da região, apresenta sua maior concentração

populacional perto dos córregos, apresentando assim uma maior concentração de números de casos de dengue.

5.4.2. Bairros / Setores e Hidrografia

A Figura 5.29 mostra a altimetria do município de Ribeirão Preto/SP, a hidrografia, os bairros da região urbana e a dispersão dos casos de dengue.

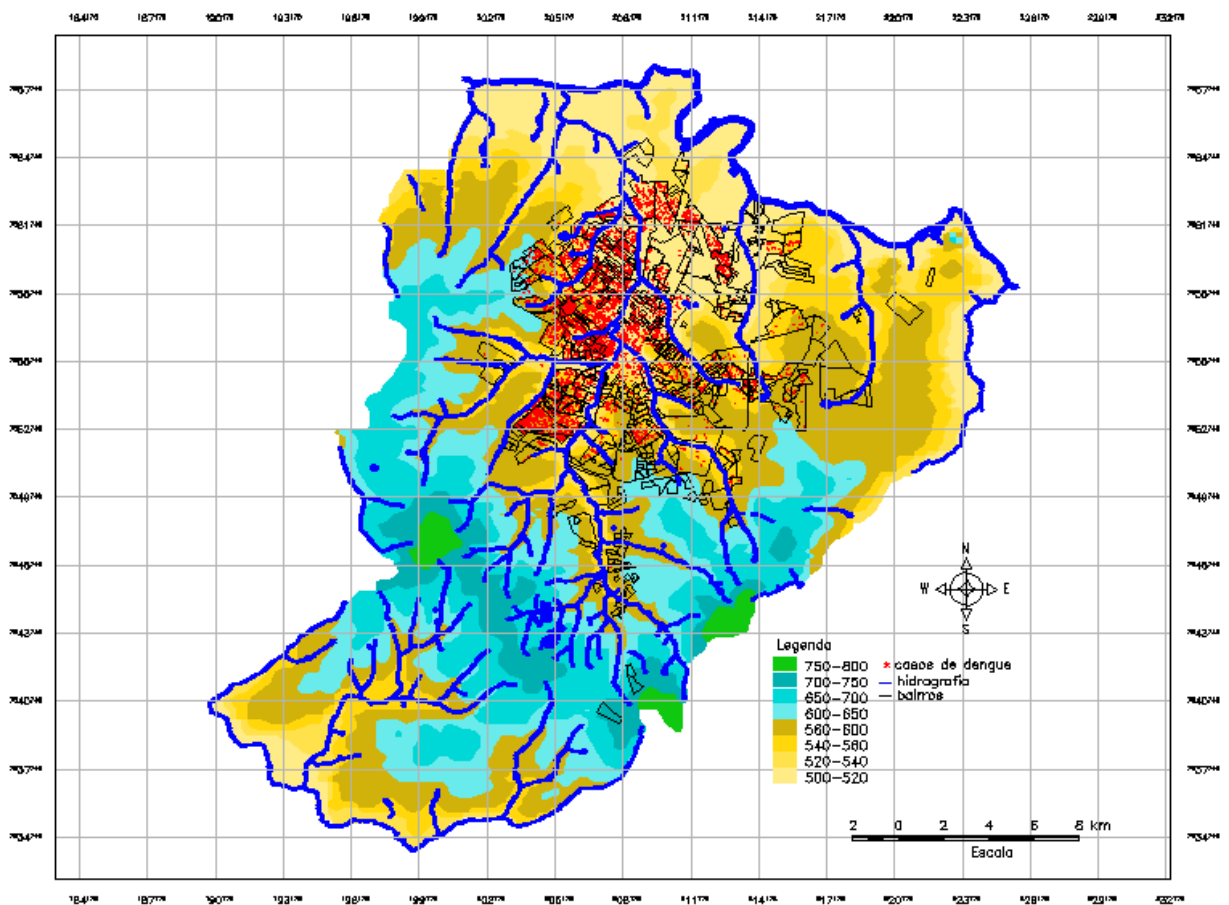


Figura 5.29– Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Altimetria, Hidrografia, Bairro e Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2006.

Observa-se que as regiões mais baixas do município são mostradas por cores mais claras e os pontos de dispersão também são localizados nas partes mais baixas. Observa-se também que as localizações dos pontos são próximas aos córregos que cortam a região urbana. Segundo a Defesa Civil de Ribeirão Preto/SP,

os córregos que inundam alguns setores urbanos são: Córrego Retiro da Saudade, Córrego Ribeirão Preto e o Córrego do Tanquinho, localizados nos setores oeste, norte e central. A área delimitada dos bairros mostra grandes concentrações dos pontos nos setores oeste, norte e margeando a parte central próximas aos córregos. Segundo a Divisão de Vigilância Epidemiológica – SMS – Ribeirão Preto/SP os setores oeste, norte e central do município são as áreas mais populosas, isto é, onde existem maiores aglomerações de casas e pessoas, facilitando a transmissão da doença pelo mosquito, que pode picar várias pessoas num raio de 160 metros num só dia.

5.4.3. Ferrovia

A Figura 5.30 mostra a altimetria do município de Ribeirão Preto/SP, a hidrografia, os bairros da região urbana, a rede ferroviária e a dispersão dos casos de dengue. O Apêndice C mostra o mapa da Figura 5.30 em escala ampliada.

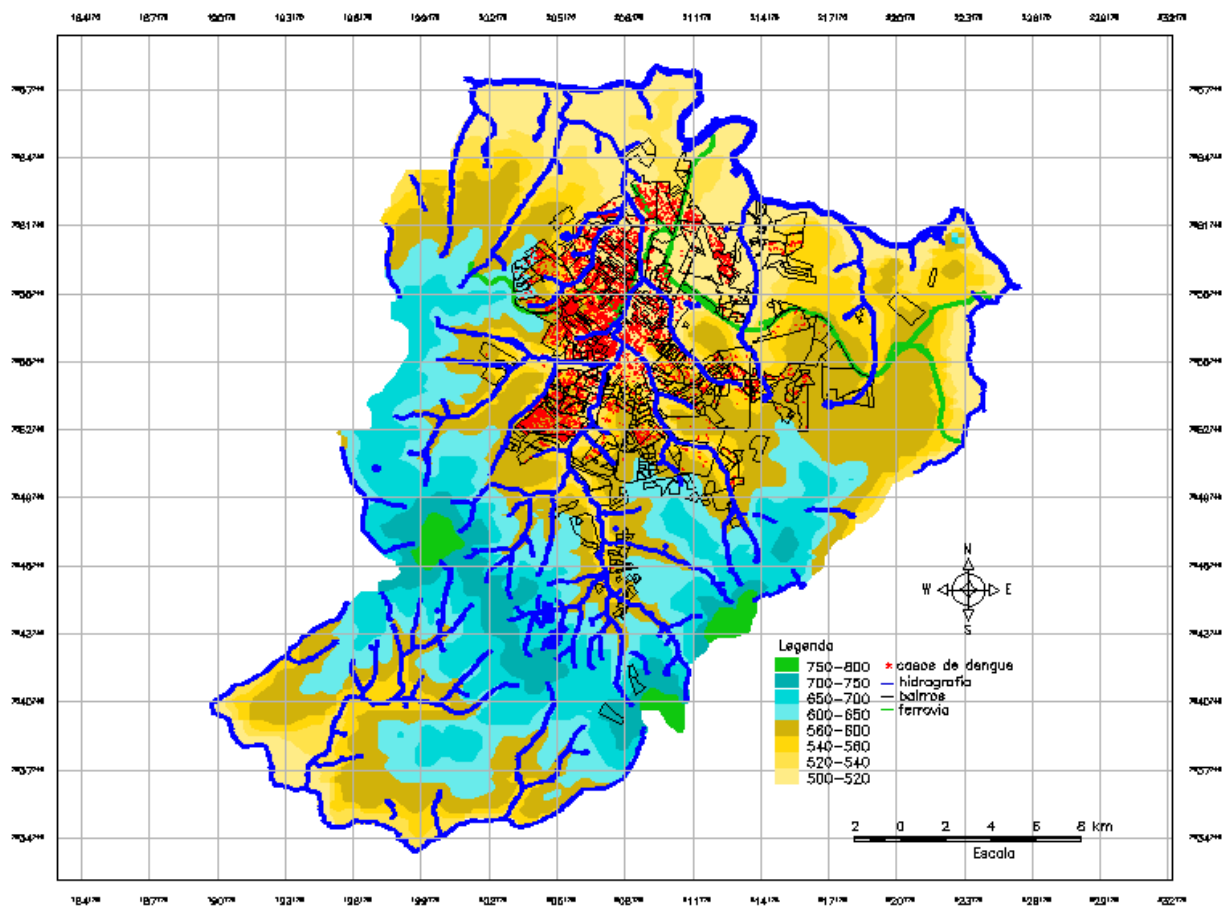


Figura 5.30– Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Altimetria, Hidrografia, Bairro, Ferrovia e Dispersão dos Casos de Dengue no Ano 2006.

Observa-se que as regiões mais baixas do município são mostradas por cores mais claras, os pontos de dispersão também são localizados nas partes mais baixas, a dispersão dos pontos de localização são próximos aos córregos e em áreas populosas nos setores oeste, norte e central como mostra o mapa. Observa-se também que a temática ferroviária não vem acrescentar no estudo algum dado consistente, mas segundo Kenneth (2008), alterações climáticas podem afetar diretamente o vetor da doença relacionado com seres humanos, temperatura, precipitação, umidade, fatores climáticos, desenvolvimento comportamental e dinâmica populacional que migram através de transportes ferroviários, rodoviários e aéreos.

5.5. Distribuição Espacial dos Casos de Dengue no Ano de 2006 em Ribeirão Preto

5.5.1 Mapas de Dispersão entre os Meses de Janeiro e Dezembro

As Figuras 5.31 a 5.42 mostram a distribuição espacial de casos de dengue ao longo dos meses de 2006 em Ribeirão Preto/SP. Esse ano foi listado como referência pela grande intensidade de casos. No Apêndice B estão listados os bairros em que foram confirmados casos dengue nos meses de 2006.

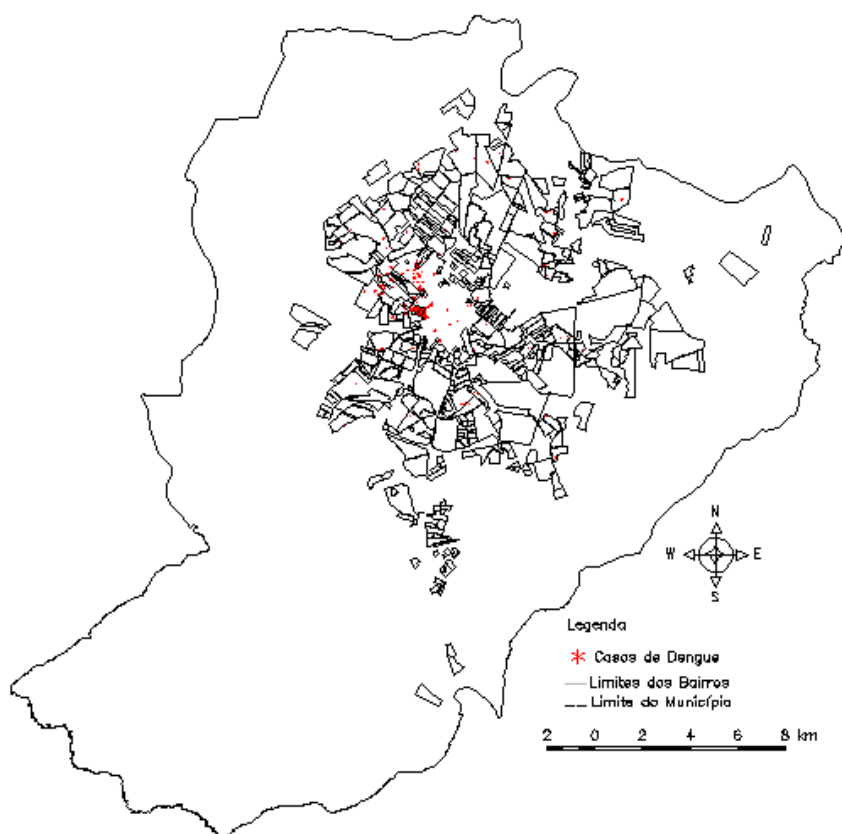


Figura 5.31 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Janeiro no Ano 2006.

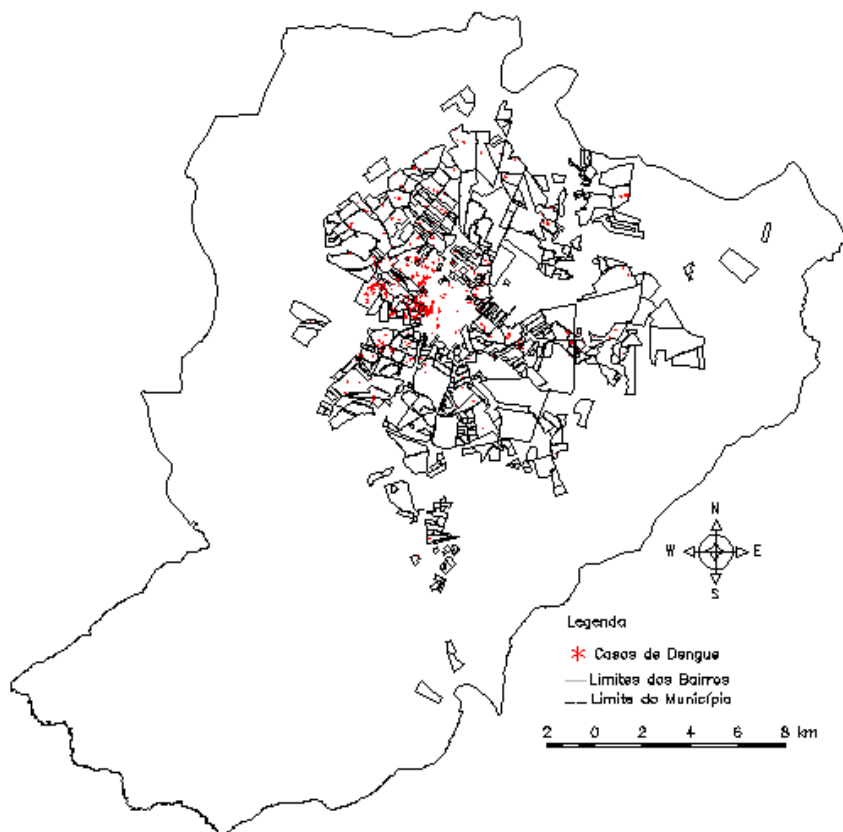


Figura 5.32 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Fevereiro no Ano 2006.

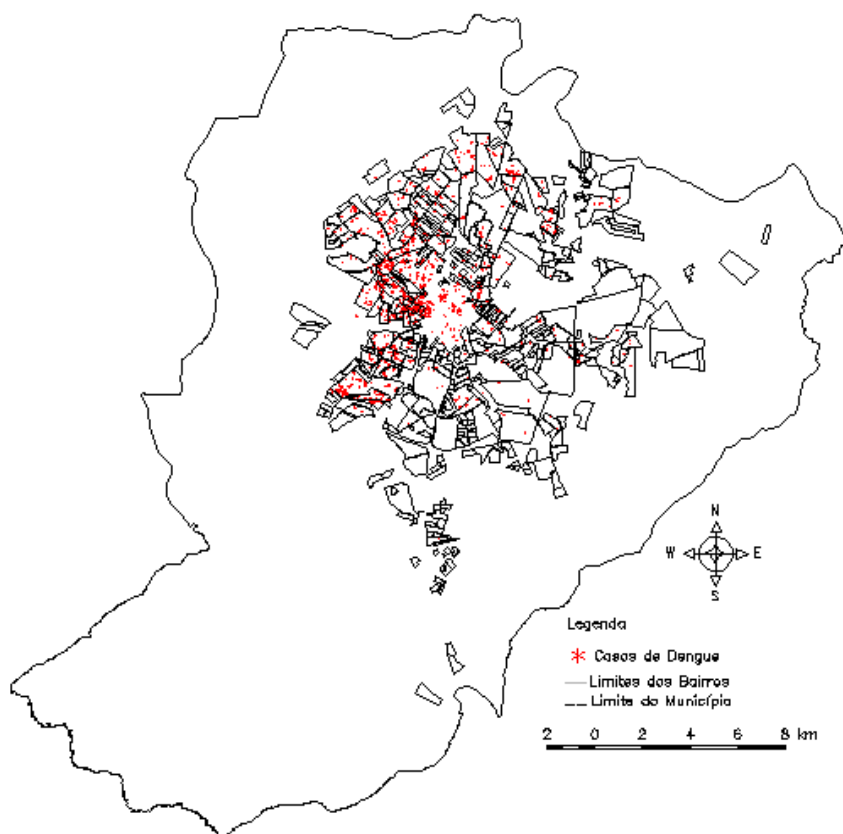


Figura 5.33 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Março no Ano 2006.

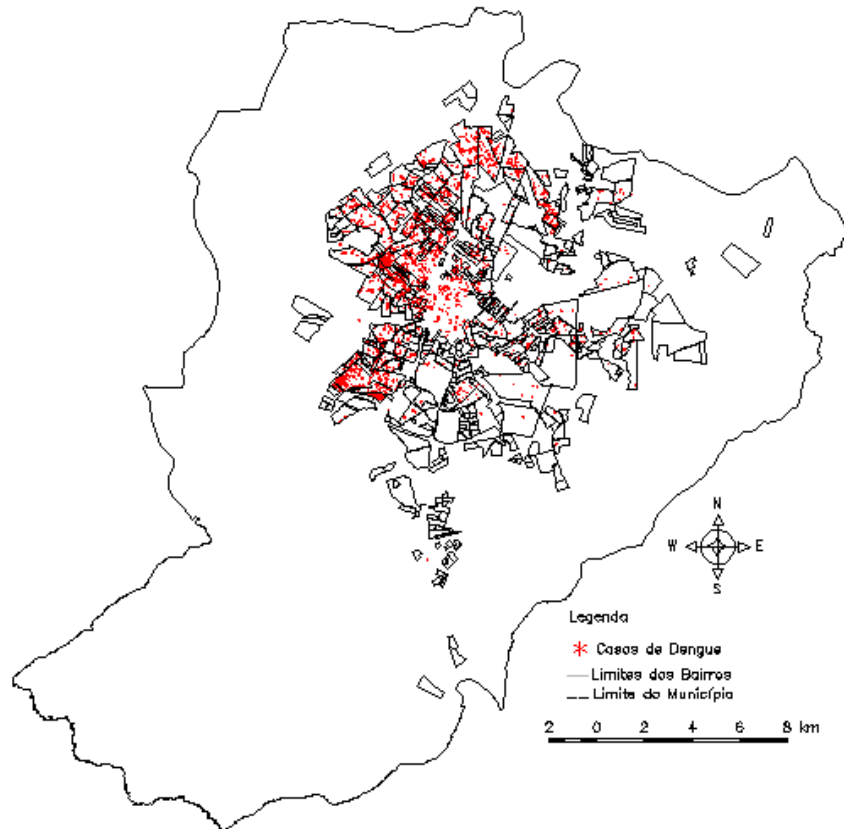


Figura 5.34 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Abril no Ano 2006.

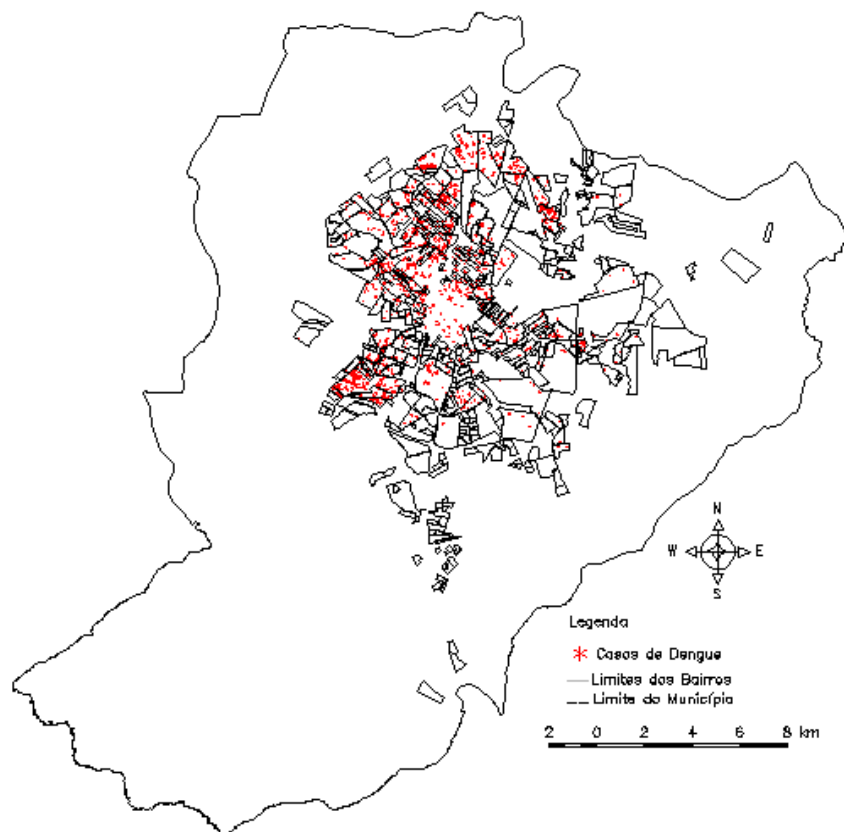


Figura 5.35 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Maio no Ano 2006.

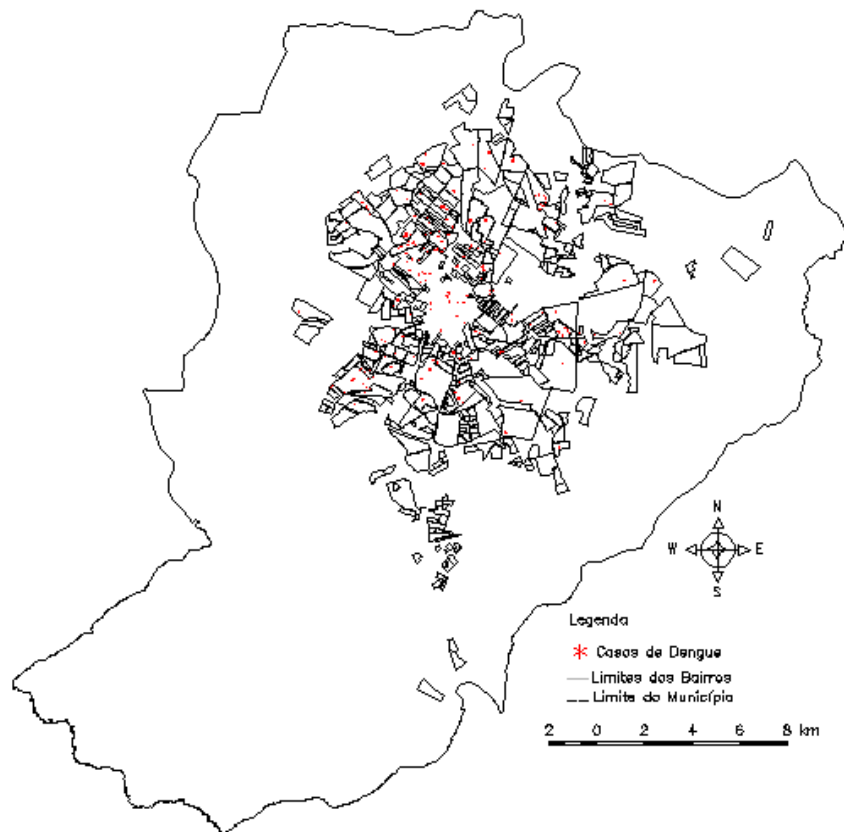


Figura 5.36 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Junho no Ano 2006.

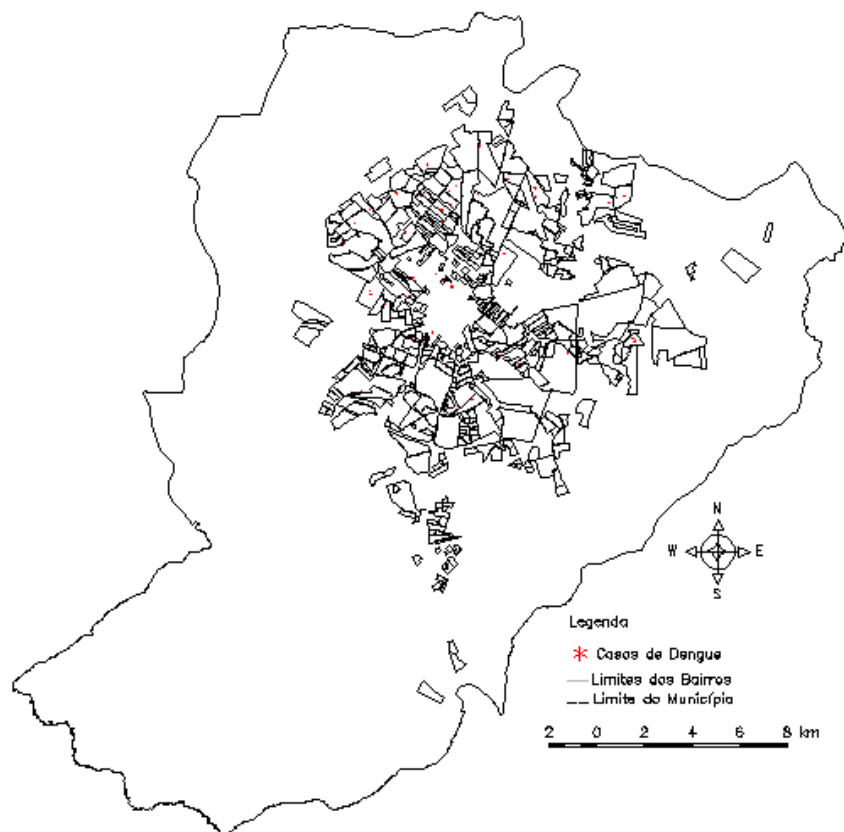


Figura 5.37 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Julho no Ano 2006.

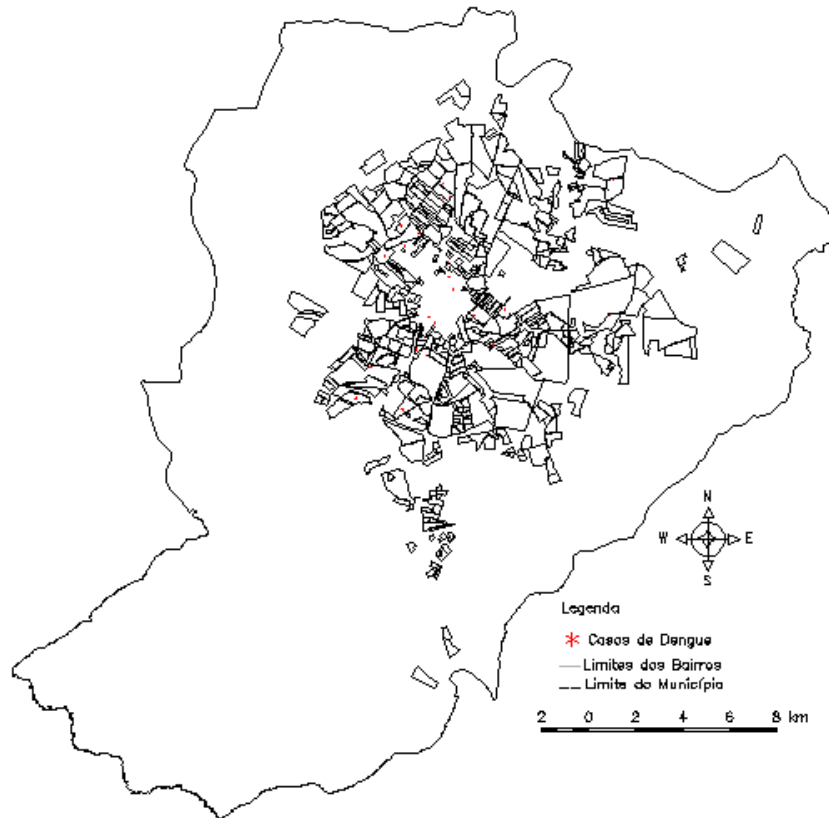


Figura 5.38 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Agosto no Ano 2006.

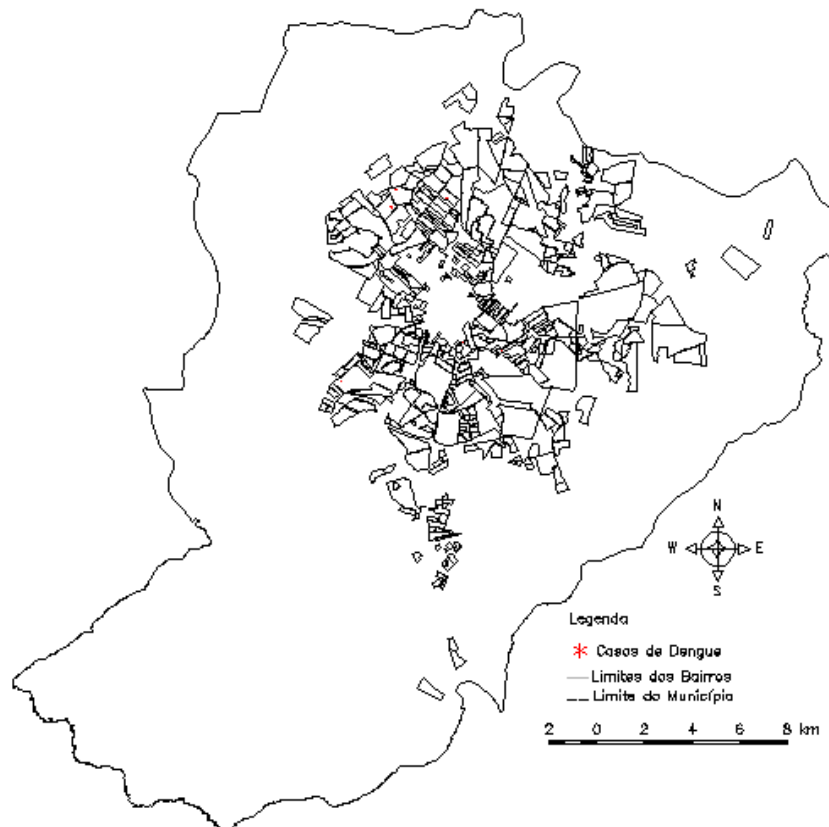


Figura 5.39 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Setembro no Ano 2006.

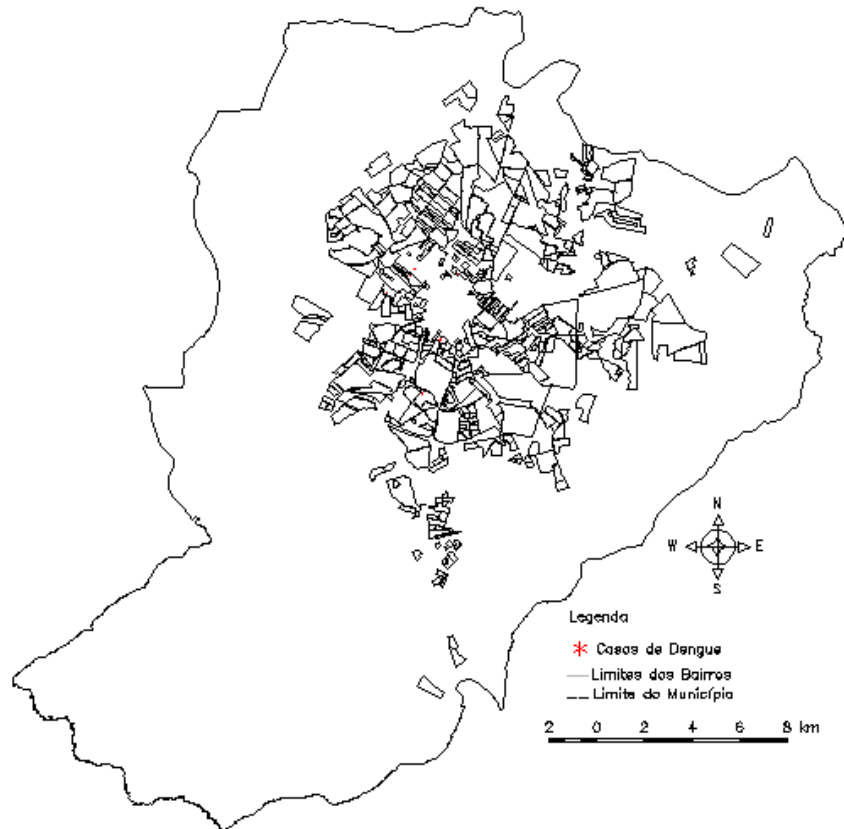


Figura 5.40 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Outubro no Ano 2006.

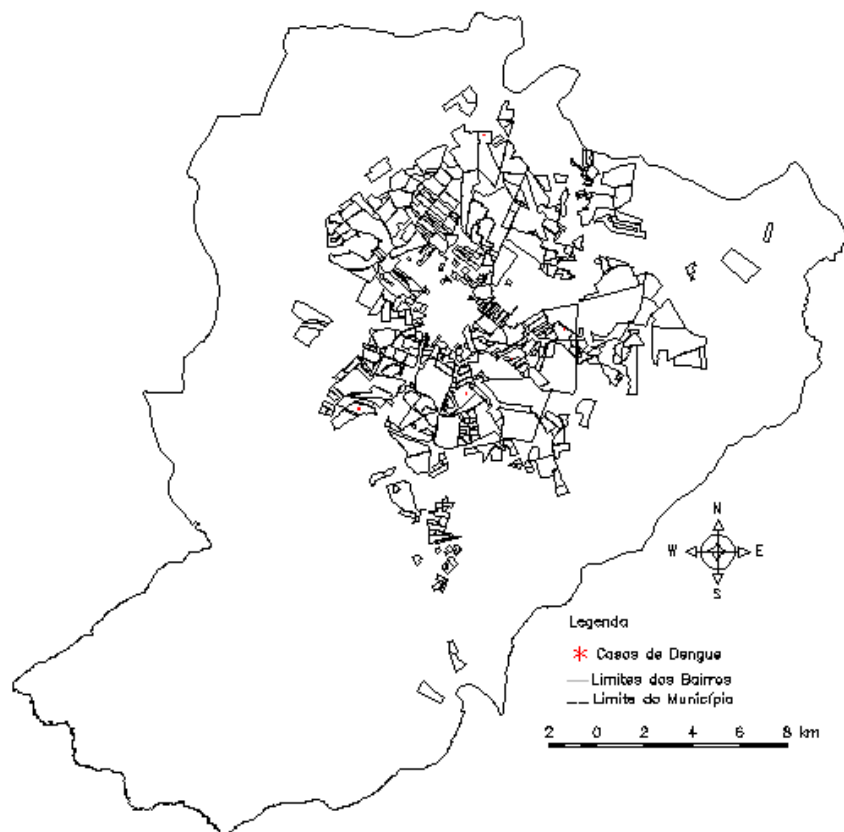


Figura 5.41 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Novembro no Ano 2006.

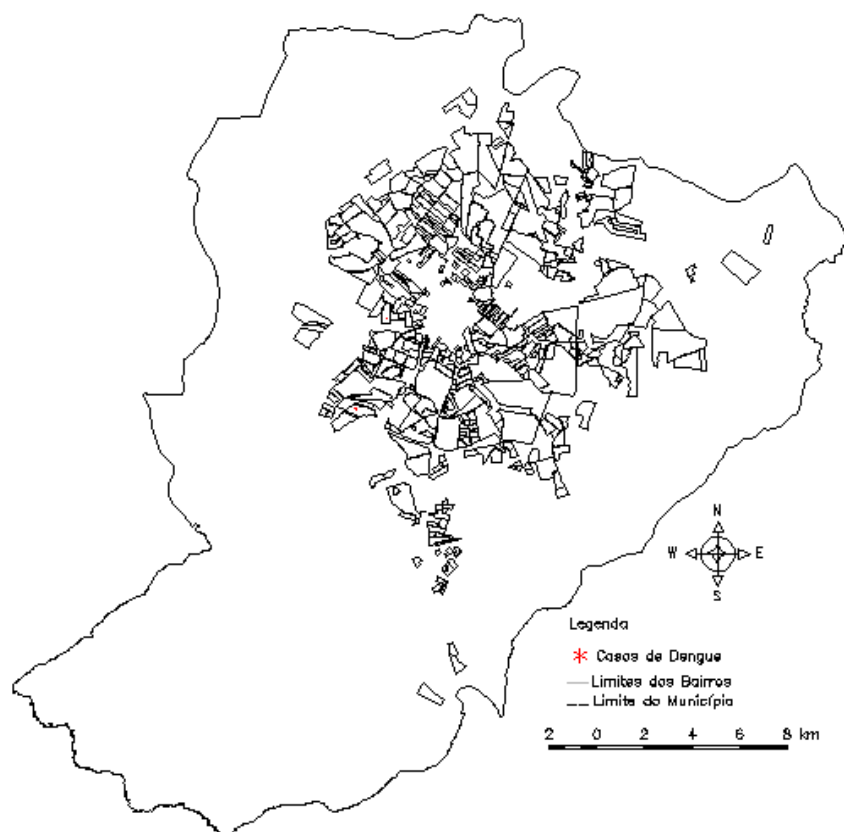


Figura 5.42 – Mapa do Município de Ribeirão Preto com sua Área Urbana e a Dispersão dos Casos de Dengue no Mês de Dezembro no Ano 2006.

Nos meses entre janeiro e junho de 2006 (Figuras 5.31 a 5.36), observou-se que tinham casos confirmados de dengue nos seguintes setores: oeste, norte, leste, sul e central do município.

Nos meses de julho e agosto de 2006 (Figuras 5.37 e 5.38), casos foram confirmados nos 5 setores do município e apenas três casos no setor central.

No mês de setembro de 2006 (Figura 5.39), apenas 6 casos foram confirmados, distribuídos nos seguintes setores: oeste, norte, leste e um caso no setor central.

No mês de outubro de 2006 (Figura 5.40), apenas 7 casos foram confirmados, distribuídos nos seguintes setores: oeste, central e sul.

No mês de novembro de 2006 (Figura 5.41), 6 casos foram confirmados, distribuídos nos seguintes setores: oeste, norte, leste e sul e nenhum caso no setor central.

No mês de dezembro de 2006 (Figura 5.42), 3 casos foram confirmados, distribuídos nos seguintes setores: 2 no oeste e 1 caso ao norte.

Na análise dos mapas mostra-se que a dispersão dos casos de dengue nos meses do ano de 2006 teve como maior aglomeração os setores oeste e norte, seguido dos setores central, leste e sul. Observa-se que o início da proliferação da doença começa no mês de janeiro até o mês de maio sendo que o mês de abril foi o que teve mais casos da doença. Nos meses de junho a agosto começou a diminuição dos casos com pouquíssimos casos nos meses de setembro a dezembro.

Os bairros que foram mais afetados pela epidemia: 12 no setor oeste; 15 no setor norte; 8 no setor leste; 4 no setor sul e o setor central.

Foi realizado um cruzamento dos dados das Figuras 5.31 a 5.42, de dispersão dos casos de dengue mensal no ano de 2006 com a Figura 5.10, de evolução das confirmações dos casos dengue com precipitações pluviométricas no ano de 2006 e, com a Figura 5.29, de altimetria, hidrografia e bairros. Nas Figuras 5.31 a 5.42 observa-se que o maior número de casos e aglomerações dos pontos foram nos meses de março, abril e maio. Na Figura 5.10 observa-se que os meses que mais choveram foram: janeiro, fevereiro e março. Na Figura 5.29 observa-se que o setor oeste, norte e central tiveram maiores números de casos, inundações e aglomeração de pessoas. Observa-se então que a incidência de casos é maior nos setores onde existe maior aglomeração de pessoas, inundações dos córregos. Tem-

se confirmado o que a literatura vem mostrando em relação aos indicativos de proliferação do mosquito e contaminação da doença.

5.6. Avaliação dos Métodos de Análises

O estudo mostra que a técnica de geoprocessamento é uma ferramenta que pode ser utilizada constantemente nas tomadas de decisões. Seu uso adequado poderá servir de guia e suporte para as devidas avaliações e oferecer subsídios mais concretos e com maior rapidez sobre informações de dispersão, distribuições, análises e espacialização de casos de dengue. O Sistema de Informação Geográfica - Spring, utilizado neste estudo serviu para definir e espacializar os dados, servindo assim como consulta e para as devidas tomadas de decisões.

Mostra-se na Figura 5.43 a sobreposição de mapas temáticos e MNT, usando técnicas de geoprocessamento com a utilização do SIG – SPRING.

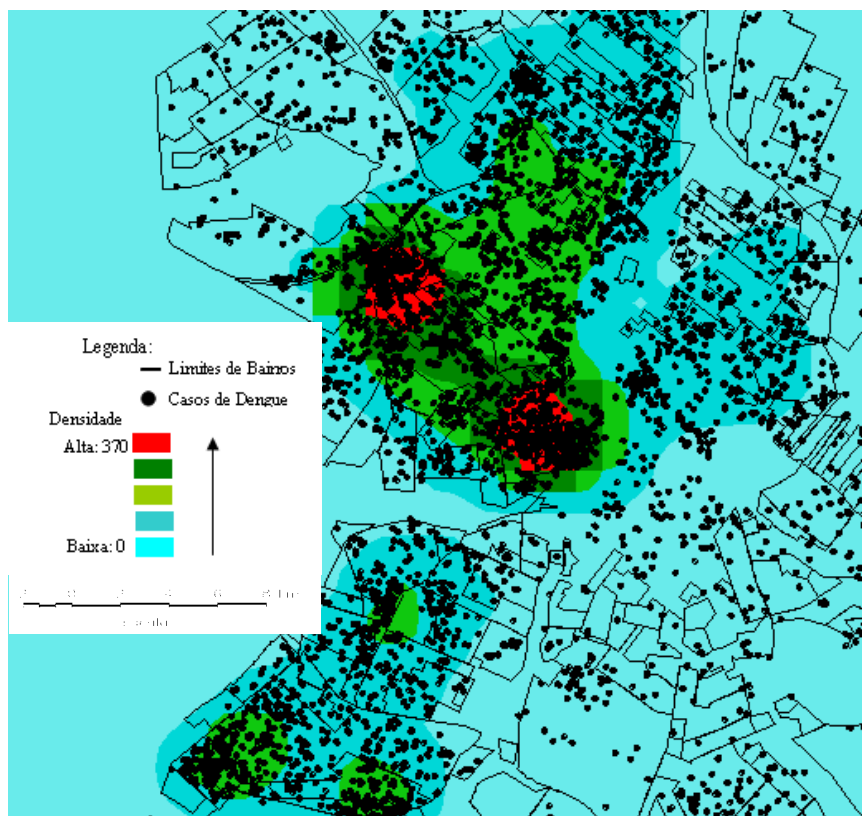


Figura 5.43 – Dispersão dos casos de dengue na área urbana com o método de estimador de densidade por kernel no ano de 2006.

Pode observar a localização dos pontos dos casos de dengue e a intensidade das aglomerações pelo método de estimador de densidade por kernel nas áreas urbanas do município de Ribeirão Preto/SP.

Com a utilização da técnica do georreferenciamento, a Divisão de Vigilância Epidemiológica do município de Ribeirão Preto/SP poderá agir com maior rapidez, identificando os locais de maior risco de transmissão da doença e direcionando as ações de controle do mosquito, em determinado espaço geográfico.

A interação acadêmica com os órgãos públicos de saúde e uma maior colaboração por parte da sociedade civil torna possível que procedimentos de tomadas de decisões, medidas preventivas de saúde pública e ações educativas venham a combater a proliferação do mosquito *Aedes aegypt*.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O estudo realizou a análise da distribuição espaço-temporal dos casos de dengue ocorridos entre o período de 2000 e 2007 utilizando técnicas de geoprocessamento no município de Ribeirão Preto/SP, chegando às seguintes conclusões:

- No período compreendido entre os anos 2000 e 2007 houve um crescimento considerado de confirmações de casos de dengue. Nos anos 2000, 2002, 2003, 2004 e 2005 a doença teve poucos casos notificados, mas já em 2001, 2006 e 2007 a doença esteve nos mais altos índices de confirmações de casos de dengue;
- No ano de 2006 houve o maior número de casos de dengue no município de Ribeirão Preto/SP;
- Foram apresentados gráficos de coeficiente de incidência de casos de dengue e gráficos de precipitações pluviométricas para todos os anos analisados, confirmando a correlação entre chuvas e o aumento do número de casos da dengue;
- O estudo apresentou mapas temáticos, mapas de modelo numérico de terreno (MNT) e mapas de dispersão dos casos notificados da doença nos anos propostos, mostrando assim a distribuição e as concentrações de densidade de casos da doença;
- O estudo apresentou mapas de dispersão mensal dos casos confirmados no ano de 2006, assim permitindo uma melhor análise de padrões de distribuição;

- O estudo mostrou sobreposição de mapas temáticos, mapas MNT e mapas de dispersão dos casos de dengue, assim permite uma análise mais aprofundada nas junções das categorias estudadas;
- Os resultados apresentados demonstram que devido às incidências de chuvas, setores populosos, enchentes ocorridas na área urbana e o município por suas condições climáticas e geográficas favorecem a transmissão e evolução da dengue;
- As ferrovias, apesar de estarem próximas de setores populosos, não tiveram influência na proliferação da doença;
- O estudo mostrou o padrão de distribuição espacial da dengue que se repetiu nos anos. Os setores mais atingidos foram: oeste, norte e central. O padrão espacial da dengue pode ser utilizado para prever quais setores poderão ter uma incidência maior de dengue no ano seguinte;
- A análise espacial permitiu uma compreensão maior da distribuição geográfica das incidências de dengue, mostrando as localizações por bairro e setor. Torna-se assim uma ferramenta de grande importância na tomada de decisão para o controle da doença;
- As técnicas de análises espaciais mostraram sua importância para a vigilância e controle da doença, permitindo visualizar os casos, o coeficiente de incidência, a densidade de aglomeração e outros fatores importantes para o direcionamento das atividades de controle;
- O estudo demonstrou que a dengue no município de Ribeirão Preto/SP, nos anos estudados, tem aumentado consideravelmente. Esses dados são preocupantes e caracterizam um sério problema de Saúde Pública.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

1. Realizar a sobreposição de mapas temáticos e mapas MNT com uso e ocupação;
2. Correlacionar dados sócio-econômicos com os setores;
3. Desenvolver um programa de interação com banco de dados para a determinação da localização exata dos casos confirmados;
4. Correlacionar endereço de residência com endereço de trabalho;
5. Realizar a montagem do banco de dados com os registros dos campos com correção automática evitando erros de digitação;
6. Implementar medidores meteorológicos nas unidades de saúde do município de Ribeirão Preto/SP, para a aquisição de dados de pluviometria, temperatura e vento, de modo que haja melhor representatividade das informações para cada setor analisado.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, N.; ROUQUAYROL, M.Z. **Introdução à Epidemiologia**. 3ª edição, MEDSI Editora Médica e Científica Ltda. 2002.

BARCELLOS, C.; SANTOS, S.M. **Colocando dados no mapa: a escolha da unidade espacial de agregação e integração de bases de dados em saúde e ambiente através do geoprocessamento**. Informe Epidemiológico do SUS, Brasília, v. 1, n. 1, jan./mar., 1997.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F.I. **Geoprocessamento ambiente e saúde: uma união possível?** Cadernos de Saúde Pública. 12. 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública** / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; SANTOS, S. M.; SANTOS, R. S. (Orgs). - Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 148 p. il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 2).

BROWN, L. **Um deserto cheio de gente**. Cadernos Dipló - Le Monde Diplomatique, nº 3, pp. 36 – 37, 2003.

CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CÂMARA, G. **Anatomia de sistemas de informação geográfica: visão atual e perspectivas de evolução**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, São Paulo, SP, 1993.

CÂMARA, G.M., **Linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos**. Tese (Doutorado em computação aplicada), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1995.

CÂMARA, G. et al. (ed); **Geoprocessamento – teoria e aplicação**, 1999. <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>> , Acessado em 07/09/2007.

CÂMARA, G.D.C.; MONTEIRO, A.M.; D'ALGE, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001 (2ª. Edição, revista e ampliada, disponível em [HTTP:// www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/)).

CÂMARA, G; CORREA, V; PAIVA, J.A.; MONTEIRO, A.M.V.; CARVALHO, M.S.; FREITAS, C.C.; RAMOS, F.R.; NEVES, M.C. **Estatística Espacial**, INPE, 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. **Geocomputation techniques for spatial analysis: are they relevant to health data?**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 17, n.5, p. 1059-81, 2001.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V.; FUCKS, S.D.; CARVALHO, M.S. **Análise espacial e geoprocessamento**, INPE, 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>.

CAMARGO, A.; CAPOBIANCO, J. P.; OLIVEIRA, J.A. **Meio Ambiente BRASIL avanços e obstáculos pós-Rio-92**. CIDS-EBAPE-FGV/ISA, 2002.

CAMPOS, M.R.; VALENCIA, L.I.O.; FORTES, B.P.M.D.; BRAGA, R.C.C.; MEDRONHO, R. A. **Distribuição espacial da infecção por Ascaris lumbricóides**. Revista de Saúde Pública, v 36, n. 1, p. 69-74, 2002.

CARVALHO, M.S. e CRUZ, O.G. **Mortalidade por causas externas – Análise exploratória espacial, Região Sudeste/Brasil**. in anais XI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu, 19 a 23 de outubro de 1998, CD ROM.

CARVALHO, M. S.; PINA, M.F.; SANTOS, S.M. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfico e Cartografia Aplicados à Saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde/Ministério da Saúde, 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO DE OLIVEIRA, R. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, pp. 190-196, 1994.

CPTEC/INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Volta Redonda – RJ – Disponível site <http://clima1.cptec.inpe.br/> - acesso em 17/08/2008

DIEGUES, A.C.S.A. **O mito moderno da natureza intocada**. 5ª ed. – São Paulo: Hucitec; Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras, USP, 2004.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 4ª ed. – Rio de Janeiro – Bertrand Brasil, 1998. 224p.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds) **"Análise Espacial de Dados Geográficos"**. Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6).

DUNN, C. E.; KINGHAM, S.P.; ROWLINGSON, B; BHOPAL, R.S.; COCKINGS, S.; FOY, C. J. W.; ACQUILLA, S. D.; HALPIN, J.; DIGGLE, P.; WALKER, D. **Analyzing spatially referenced public health data: a comparison of three methodological approaches.** Health & Place, v. 7, p. 1-12, 2001

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Disponível no site <http://www.funasa.gov.br/pub/GVE/PDF/GVE0504.pdf>, acesso em 17/08/2008.

GATRELL, A.C.; BAILEY, T.C.; DIGGLE, P.J. and ROWLINGSON, B.S. **Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology.** 1995.

GAUY, J.S.; HINO, P.; SANTOS, C.B dos. **Distribuição espacial dos casos de hanseníase no município de Ribeirão Preto no ano de 2004.** Revista Latino Americana de Enfermagem. 2007.

GEISSLER, H.J.; LOCH, R.E.N. **Análise histórica das enchentes em Curitiba-PR: medidas propostas e conseqüências observadas.** Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFCS, 2004. p. 507-523.

GERARDI, L.H. de O. **Quantificação em Geografia,** São Paulo: DIFEL, 1981

GOLDSTEIN, R.A.; BARCELLOS, C. **Geoprocessamento e Participação Social ferramentas para vigilância ambiental em saúde.** In: MIRANDA, A.C; BARCELLOS, C.; MOREIRA, J.C.; MONKEN, M. (Orgs). **Território, Ambiente e Saúde.** Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008. cap. 11, p, 205-215.

GONÇALVES, É.S.; SALOMÃO, M. da G.; ALMEIDA-SANTOS, S.M. de. **O uso do monitoramento espaço-temporal da expansão urbana no diagnóstico de áreas passíveis de risco epidemiológico peçonhento em Guarulhos-Estado de São Paulo, Brasil.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3171-3178.

GONÇALVES, C.W.P. **Paixão da terra: ensaio críticos de ecologia e geografia.** Rio de Janeiro: Rocco/SOII, 1984, 160 p.

GUBLER, D.J. **Dengue/dengue haemorrhagic fever, history and current status.** Ed. PubMed. Novartis Found Symp. 2006, 277: 3-16.

HINO, P. **Distribuição espacial dos casos de Tuberculose no município de Ribeirão Preto, nos anos de 1998 a 2002.** Dissertação (Mestrado de Enfermagem em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo (USP) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto. 2004.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Tutorial 10 aulas – Spring Básico**. Disponível em <http://www.inpe.br/>, acesso em 05 de junho 2008

INPE/DPI. **Manual do SPRING. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - DPI**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring>>. Acesso em: 14 jul. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 2000.

KEATING, J. **An investigation into the cyclical incidence of dengue fever**. Social Science & Medicine, 53, p 1587-1597, 2001.

KENNETH, L.; et al. **Climate and vectorborne diseases**. Published by Elsevier Inc. on behalf of American Journal of Preventive Medicine. 2008.

KLOOG, I.; et al. **Using Kernel density function as urban analysis tool: Investigating the association between nightlight exposure and the incidence of breast cancer in Haifa, Israel**. Published by Elsevier Inc. on behalf of American Journal of Preventive Medicine. 2008.

KOWARICK, L. **Escritos urbanos**. São Paulo: 2000, 143 p.

LAPA, T.; XIMENES, R.; SILVA, N.N.; SOUZA, W.; ALBUQUERQUE, M.F.M.; CAMPOZANA, G. **Vigilância da hanseníase em Olinda, Brasil, utilizando técnicas de análise espacial**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 17, n. 5, p. 1153-62, 2001.

LIMA, C.F.Q.R. de. **Sociedade x Natureza: Qual o destino da Mata Santa Tereza?** Monografia (Licenciatura Plena em Geografia), Centro Universitário Barão de Mauá, Ribeirão Preto - SP, 2005.

MEDEIROS, J.S. de. **Desenvolvimento metodológico para a detecção de alterações da cobertura vegetal através da análise digital de dados MSS Landsat**. 1986. 81f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1986.

Meio Ambiente BRASIL avanços e obstáculos pós-Rio-92. Organizadores: CAMARGO, A. – CIDS-EBAPE-FGV; CAPOBIANCO, J.P.R. – ISA; OLIVEIRA, J. A. P. de – EBAPE – FGV.

MENDONÇA, F. de A.. **Geografia e meio ambiente**. Ed. São Paulo: Contexto, 2001 – (Caminhos da Geografia).

MENESCAL, R. de A., FIGUEIREDO, N.N. de; FRANCO, S.R. **A problemática das enchentes na região metropolitana de Fortaleza.** COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, Fortaleza – CE – 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Série: Capacitação e atualização em Geoprocessamento em saúde. Abordagem Espaciais na Saúde Pública.** Série B. Textos Básicos de Saúde - Brasília – DF 2006.

MONDINI, A. **Distribuição espacial dos casos de hanseníase no município de Ribeirão Preto no ano de 2004.** Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto. São José do Rio Preto 2005.

NAJEEB, R.A. **Basic Epidemiological concepts.** Community Medicine 2006.

NAMIKAWA, L.M. **Um método de ajuste de superfície para grades triangulares considerando linhas características.** Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil, 1995. 113 f.

OPAS – Organização Panamericana de Saúde. Sistema de Informação Geográfica em Saúde. Brasília, 2002.

PAREDES, E.A., **Sistema de informação geográfico.** São Paulo – ed. Érica, 1994.

PINHEIRO, F.P.; CORBER, S.J. **Global situation of dengue and dengue haemorrhagic fever, and its emergence in the Americas.** Ed. PubMed. World Health Stat Q. 1997; 50 (3-4): 161-9.

PNUD; IPEA/RJ; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil (2000)**, 2003. Disponível em: www.pnud.org.br. Acesso em: 25 jul. 2007.

Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, Secretaria Municipal da Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde e Planejamento. **Plano Municipal de Contingência para Epidemias de Febre Hemorrágica da Dengue (FHD).** Ribeirão Preto – SP 2005.

QUINTANILHA, J.A. Processamento de imagens digitais. In: RODRIGUES, Marcos. **Geoprocessamento.** São Paulo: EPUSP, 1990. p. 37-52..

RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 7 n.1 Jan/Mar 2002, 5-27

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**, 5a Edição: Uberlândia. Ed. Da Universidade Federal de Uberlândia. 2003.

ROUQUAYROL, M.Z.; GOLDBAUM, M. Epidemiologia, história natural e prevenção de doenças. In: **Epidemiologia e Saúde** (Rouquayrol, M.Z. & Almeida Filho, N.), Rio de Janeiro: MEDSI, p 15-30. 1999.

SALOMÃO, M.G.; ALBOLEA, A.B.P.; PEREIRA, G.A. & ALMEIDA-SANTOS, S.M. **Perfil Biológico dos acidentes por animais peçonhentos no Município de Guarulhos**, São Paulo, Brasil. Arquivos do Instituto Biológico, v. 70,sup. 3, 2003.

SANTOS, S.M.; BARCELLOS, C.; CARVALHO, M.S; FLORES, R. **Deteção de aglomerados espaciais de óbitos por causas violentas em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 1996**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 17, n. 5, p. 1141-51, 2001.

SCHATZMAYR, H. G. **Dengue Situation in Brazil by Year 2000**. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, v. 95, sup. 1, p. 179-181, 2000.

Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo – SUCEN. **Normas, orientações e recomendações técnicas – Vigilância e Controle de Aedes aegypti. Plano de Intensificação das Ações de Controle de Dengue no Estado de São Paulo**, agosto de 2001.

SILVA, A.A. de C. e. **Experiência de Ribeirão Preto, Organização de Serviço: Protocolo de Atendimento e Acompanhamento da Dengue**. Simpósio Regional de Dengue Ribeirão Preto – SP 07/02/2007.

SOARES, D. A. ; ANDRADE, Selma Maffei de ; CAMPOS, João José Batista de . **Epidemiologia e Indicadores de Saúde**. In: Selma Maffei de Andrade; Darli Antonio Soares; Luiz Cordoni Júnior. (Org.). Bases da Saúde Coletiva. 1 ed. Londrina: Eduel / ABRASCO, 2001, v. 1, p. 183-210

SOUZA, R. S.; CARVALHO, M. S., **Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas**. Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil. 2005.

TELES, M.M.F., **Análise espacial em sistemas de informação geográfica**. Relatório Final do projeto de pesquisa, CCEN/Dept. Estatística/Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB – 2001.

TROPMAIR, H.. **Biogeografia e Meio Ambiente**, 6a Edição: Rio Claro: Divisa, 2004.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas; PRDU – Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário. **Unicamp sem Dengue**. Disponível em: <http://www.prdu.rei.unicamp.br/dengue/index.html>; links correlacionados: <http://portal.saude.gov.br/saude/>; <http://www.saopaulo.sp.gov.br/hotsite/dengue/>; <http://www.cve.saude.sp.gov.br/>; <http://www.funasa.gov.br/epi/dengue/>; Acesso em: 19 março 2009.

USHIZIMA, T. M.. **Mapeamento da dengue na área urbana de Rio Claro (SP), no período de 2001-2003, e sua relação com condicionantes sócio-econômicas**. Dissertação (Mestrado Geociências) - Universidade Estadual Paulista - Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro. 2005.

VANWAMBEKE, S.O. ; et. al. **Multi-level Analyses of Spatial and Temporal Determinants for Dengue Infection**. International Journal of Health Geographcs. Ed. BioMed Central Ltd, 2006.

WHO - World Health Organization. **Weekly Epidemiological Record**. Pp. 185-186 Geneva - 1998.

WU, Pei-Chih; et. al. **Higher temperature and urbanization affect the spatial patterns of dengue fever transmission in subtropical Taiwan**. Elsevier B.V. 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE C

Mapa da Figura 5.30 em escala ampliada.