

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

**Mapeamento da dengue na área urbana de Rio Claro (SP),
no período de 2001-2003, e sua relação com
condicionantes sócio-econômicas**

Thales Mitsuro Ushizima

Orientador: Prof. Dr. Paulo M. B. Landim

Dissertação de Mestrado elaborada
junto ao curso de Pós-Graduação em
Geociências Área de Concentração em
Geociências e Meio Ambiente para
obtenção do Título de Mestre em
Geociências

Rio Claro (SP)
2005

DEDICATÓRIA

Dedicado a Deus, pela vida
e aos meus pais que tanto amo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meu orientador, Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim, pelos ensinamentos durante estes cinco anos de convivência e pela confiança e apoio nesta empreitada, além das oportunidades e ensinamentos na área da docência.

À UNESP pela oportunidade de participar do curso de pós-graduação e por toda infraestrutura oferecida, em especial ao Laboratório de Geomatemática do Departamento de Geologia Aplicada, privilégio de poucos num país com tantas disparidades sociais como o Brasil.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa referente a este mestrado.

À Vigilância Epidemiológica do município de Rio Claro da administração anterior (2001-2004), na pessoa da Diretora de Saúde Coletiva Kimiê Kaneco Ebert, da Coordenadora de Vigilância Epidemiológica Maria Ângela Moraes Briani, da Agente de Saúde Kátia Curado e do Biólogo Jairo Brunini, pela disponibilização dos dados e pela atenção dispensada em todas as informações requeridas no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Centro de Controle de Zoonoses de Rio Claro da administração anterior, na pessoa do Coordenador Ricardo José Schimidt pela disponibilização do croqui com a numeração das quadras.

Aos colegas e amigos Roberto Wagner Lourenço, José Vicente Elias Bernardi, Rubens Caldeira Monteiro, Cláudio Benedito Batista Leite, Alessandra Cristina Corsi, pelas conversas, ensinamentos e trabalhos realizados em conjunto.

Aos amigos e colegas da universidade agradeço à Maximilian Fries, Maximiliano Reato, Pedro Henrique Ferreira da Costa, André Pavani Grecco, Márcio Port-Carvalho, Rodrigo Borrego Lorena, Eduardo de Medeiros, Arthur Wieczorek, Fabio Socolowski, Daniela Mascia Vieira, Joana Santa Cruz, Ana Laura Mantovani, Jheyne Scalco, Susana Corvalán, Vanessa Santhiago, Carla Eduarda Romero, Camila Fernanda Romero, Daniela Marchesi, Gizele Rocha, Carolina Rodrigues Alves Silveira, Renata de Souza Silva e Lana Estevão Cobra.

Aos professores e funcionários da UNESP, especialmente a Darlene de Cássia Armbrust, do Laboratório de Geomatémática, do Departamento de Geologia Aplicada, sempre disponibilizando com muita boa vontade seus serviços.

Agradeço a Deus e a todos meus familiares, em especial a meus nonos Augusto Dario e Duzolina Altarugio Dario pelo amor incondicional, aos meus queridos e amáveis irmãos Dani, Tetsuo e Laris e aos meus pais Antonio Ushizima e Maria de Lourdes Dario Ushizima pela instrução, pelo apoio emocional, afetivo e financeiro que sempre me proporcionaram.

ÍNDICE ANALÍTICO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. EPIDEMIOLOGIA	5
3.1.1. <i>Indicadores Epidemiológicos</i>	6
3.1.2. <i>Medidas de Risco para a dengue</i>	9
3.2. DENGUE	11
3.3. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS PARA MODELAGEM CARTOGRÁFICA E ANÁLISE ESPACIAL	14
3.3.1. <i>Modelagem do Espaço Geográfico</i>	15
3.3.2. <i>Modelos conceituais do espaço: objetos e campos contínuos</i>	19
3.3.3. <i>Representações Geométricas do Espaço Geográfico</i>	21
3.3.4. <i>Vetores e Topologias</i>	23
3.3.5. <i>Representações de Atributos de Objetos e Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD)</i>	25
3.3.6. <i>Análise Espacial</i>	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1. ÁREA DE ESTUDO	29
4.2. ORGANIZAÇÃO DA BASE DE DADOS EPIDEMIOLÓGICOS E ESPACIAIS	29
4.2.1. <i>Atributos descritores das entidades geométricas</i>	29
4.2.2. <i>Base de dados topológicos vetoriais</i>	33
4.3. MAPEAMENTO BASEADO EM MODELO DE OBJETOS	35
4.3.1. <i>Transformação de banco de dados sem referência para um banco de dados relacional e georreferenciado</i>	35
4.3.2. <i>Vinculação dos casos com os objetos de quadras e setores censitários (objetos)</i>	37
4.3.3. <i>Agrupamento espacial e visualização dos dados em mapas</i>	37
4.4. MAPEAMENTO DOS DIFERENCIAIS SÓCIO-ECONÔMICOS	39
4.4.1. <i>Localização geográfica dos dados setoriais</i>	39
4.4.2. <i>Dados demográficos e socioeconômicos</i>	39
4.4.3. <i>Seleção e categorização dos indicadores</i>	41
4.4.4. <i>Agrupamento dos setores</i>	43
4.5. CRUZAMENTO DE INFORMAÇÕES	45
5. RESULTADOS	47
5.1. MAPA DE OBJETOS PARA QUADRAS E SETORES CENSITÁRIOS	47
5.2. MAPEAMENTO DOS CASOS	49

5.2.1.	<i>Ocorrências dos casos por quadra</i>	49
5.2.2.	<i>Ocorrências dos casos por setor censitário</i>	53
5.2.3.	<i>Mapeamento da incidência da dengue baseado em modelo de objetos</i>	57
5.3.	MAPEAMENTO DOS DIFERENCIAIS INTRA-URBANOS.....	61
5.4.	CRUZAMENTO DE INFORMAÇÕES.....	71
5.4.1.	<i>Cemitério São João Batista vs. casos georreferenciados</i>	71
5.4.2.	<i>Grupos sócio-economicamente homogêneos vs. Ocorrência da dengue</i>	72
6.	CONCLUSÕES	74
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Comparações entre representações para mapas temáticos	23
Tabela 4.1. Exemplo da criação de referencial para a tabela de atributos	36
Tabela 4.2. Categorização das variáveis para os dados sócio-econômicos utilizados no estudo	42
Tabela 5.1. Exemplo da transformação dos dados brutos do censo IBGE em porcentagem	62
Tabela 5.2. Exemplo da categorização dos dados sócio-econômicos a partir das categorias das variáveis definidas na tabela 4.2.	63
Tabela 5.3. Tabela disjuntiva completa oriunda da categorização da tabela 5.2.	64
Tabela 5.4. Composição dos grupos de setores censitários homogêneos em relação às categorias descritas na tabela 3.1	65
Tabela 5.5. Composição dos grupos de setores censitários por grupo obtido pela CNHP	67
Tabela 5.6. Descrição das variáveis definidoras dos 3 grupos obtidos pela CNHP.....	67
Tabela 5.7. Grupos sócio-econômicos <i>versus</i> incidência da dengue em casos por 10.000 habitantes para os anos de 2001 2003	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Distribuição global da incidência de casos de dengue em 1998.....	12
Figura 3.2. A Matriz Geográfica.....	17
Figura 3.3. Matriz geográfica em terceira dimensão, cada “fatia” do bloco tridimensional possui todos os aspectos descritos na Figura 3.2.....	18
Figura 3.4. Diferentes modos de visualizar graficamente dados encapsulados por vetores (lado esquerdo) e dados matriciais (lado direito).....	22
Figura 3.5. Estrutura topológica do tipo arco-nó-polígono.....	24
Figura 3.6. Estratégia dual para banco de dados geográficos	27
Figura 4.1. Mapa de localização do município de Rio Claro no Estado de São Paulo, Brasil	31
Figura 4.2. Mapa de localização da área urbana de Rio Claro e municípios adjacentes (Fonte: IBGE, 2000)	32
Figura 4.3. Amostra da numeração de quadras e setores censitários na parte central do município.....	34
Figura 4.4. Exemplo da estrutura do processo de ligação de tabelas utilizado	38
Figura 4.5. Fluxograma demonstrativo do processo de estruturação dos dados socioeconômicos.....	40
Figura 5.1. Mapa de objetos “quadras” da área urbana de Rio Claro	47
Figura 5.2. Mapa de objetos “setores censitários” da área urbana de Rio Claro.....	48
Figura 5.3. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por quadra para o ano de 2001. ...	50

Figura 5.4. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por quadra para o ano de 2002. ...	51
Figura 5.5. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por quadra para o ano de 2003.	52
Figura 5.6. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por setor censitário para o ano de 2001.	54
Figura 5.7. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por setor censitário para o ano de 2002.	55
Figura 5.8. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por setor censitário para o ano de 2003.	56
Figura 5.9. Mapa da incidência da dengue para o ano de 2001.....	58
Figura 5.10. Mapa da incidência da dengue para o ano de 2002.....	59
Figura 5.11. Mapa da incidência da dengue para o ano de 2003.....	60
Figura 5.12. Dendrograma relativo às coordenadas fatoriais dos grupos de setores censitários com a formação de 3 grupos distintos.....	66
Figura 5.13. Planos Fatoriais de grupos de setores (círculo vermelho) <i>versus</i> variáveis (círculo amarelo) obtido pela ACM com a delimitação dos 3 grupos.....	69
Figura 5.14. Mapa temático dos grupos sócio-economicamente homogêneos de Rio Claro.....	70

RESUMO

Mapeamento da dengue na área urbana de Rio Claro (SP), no período de 2001-2003, e sua relação com condicionantes sócio-econômicas

Estima-se que mais de dois terços da população mundial vivam em áreas infestadas com vetores da dengue. A incidência da dengue na cidade de Rio Claro (SP) aumentou de menos de 5 casos por 100.000 habitantes no ano de 1998 para 349 casos por 100.000 habitantes no ano de 2002. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são de grande utilidade para políticas de saúde pública, principalmente pelas características de coleta, armazenamento e análise dos dados epidemiológicos. Este trabalho analisa a ocorrência dos casos de dengue no período de 2001-2003, com o suporte de um SIG, e a associação da incidência desta enfermidade com as variáveis sócio-econômicas dos municípios e a relação de proximidade da ocorrência da dengue com o cemitério público da cidade. Verificou-se uma forte relação da incidência da dengue nas áreas próximas ao cemitério público para os anos de 2001 e 2002. Não houve uma clara influência dos condicionantes sócio-econômicos com a incidência da dengue. Houve dificuldades no georreferenciamento das ocorrências, devido à baixa qualidade de informação espacial dos dados disponíveis. O sistema proposto mostrou ser útil para o gerenciamento de informações da dengue no município e a possibilidade de ser usada para outras enfermidades no município.

Palavras-chave: Dengue, Epidemiologia, Sistema de Informações Geográficas, Mapeamento Temático, Análise Espacial.

ABSTRACT

Dengue fever mapping from Rio Claro city (SP)/Brazil, years 2001 - 2003 and its relation with social - economical factors

About two-third from the world population lives in infected areas with dengue fever vectors. The dengue fever incidence in Rio Claro city (SP) has increased from less than 5 cases per 100.000 inhabitants in 1998 to 349 cases per 100.000 inhabitants in year 2002. Geographic Information Systems (GIS) are valuable in public health politics, especially for its characteristic in acquiring, storing and analysis in such epidemiological data. This study analyze the dengue fever occurrence years 2001 – 2003 through a Geographic Information Systems (GIS) support associating the disease incidence with the inhabitants social – economic factors (instruction degree, monthly income, and infrastructure) and the dengue fever occurrences related to the municipal public cemetery nearness. A significant relation with the dengue fever has been verified in areas nearby the public cemetery in years 2001 and 2002, social – economic factors have no influence with the disease incidences. Some difficulties have occurred in georeferencing the cases occurrences in its totality related to the poor quality from the available spacial information data. The purposed system is useful in georeferencing dengue fever informations in the city and it is capable to be a valuable tool aplicated to others diseases.

Key words: Dengue fever, Epidemiology, Geographic Information System, Thematic mapping, Spatial analysis

1. Introdução

Este trabalho procurou mapear os casos de dengue no município de Rio Claro, São Paulo, Brasil, e verificar a sua correlação com variáveis ambientais e sócio-econômicas. Para tanto, os dados utilizados foram obtidos junto ao setor de Vigilância Epidemiológica (VE), da Secretaria Municipal de Saúde de Rio Claro.

O corpo do trabalho refere-se à estruturação do banco de dados de saúde, relativos à dengue, em um **Sistema de Informações Geográficas** (SIG), com o objetivo de produzir mapas de ocorrência da doença na área urbana de Rio Claro.

A utilização de mapas nos estudos de ocorrência de doenças como ferramenta para a geografia médica é bem antiga. James Lind em 1768 publica um livro no qual procura explicações para a distribuição de doenças (BARRETT, 1991). Outro exemplo clássico é o estudo de John Snow, considerado como o fundador da epidemiologia, sobre as origens da cólera. Este autor utilizou o cruzamento de informações pontuais de enfermos *versus* distribuição de água por duas empresas na cidade de Londres em 1855, os mapas deram suporte para a hipótese de que o organismo transmissor da cólera (ainda não detectado) era transmitido pela água contaminada (FRERICHS, 1999).

Apesar do tempo decorrido desde estes precursores na área de geografia médica, ainda são poucos os trabalhos, no Brasil, que incorporam métodos de análise de dados espaciais. Um levantamento feito por Carvalho (1997) em duas publicações nacionais dedicadas à saúde pública: Cadernos de Saúde Pública e Revista de Saúde Pública; - apontou a pequena utilização destas técnicas. Entre 127 artigos originais, de revisão e análise apresentados nos anos de 1993 e 1994, apenas 25 consideravam, de alguma forma, a localização espacial. Entre estes,

apenas 15 apresentavam mapas, utilizando as seguintes técnicas: mapa de localização simples, mostrando pontos de coleta de amostra ou a região de realização do estudo - 10 artigos; mapa de padrões, comparando a ocorrência do fenômeno em regiões diferentes - 5 artigos. Nenhum artigo apresentou de fato análise de dados espaciais.

Os métodos de análise espacial têm sido empregados em diversas situações, principalmente no exterior e recentemente no Brasil, como por exemplo, o relacionamento de doenças respiratórias com a proximidade de fontes industriais de poluição (DUNN, 2001); a distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, RJ (SOUZA-SANTOS & CARVALHO, 2000) e também a distribuição espacial da infestação por *Ascaris lumbricoides* por meio de metodologia geoestatística (CAMPOS *et al.*, 2002).

Descrever a distribuição e a magnitude das doenças, disponibilizar dados essenciais para o planejamento (execução e avaliação das ações de prevenção, controle e tratamento das doenças) e identificar fatores etiológicos na gênese das enfermidades, são três dos objetivos principais dos estudos epidemiológicos.

Organismos internacionais especializados e a comunidade científica, preocupados com as desigualdades de saúde da população, apontam a necessidade do desenvolvimento de projetos que contemplem ações integrais, multi-setoriais, não limitadas à atenção médica, para transformar o quadro de saúde da população (LACERDA *et al.*, 2002).

O desenvolvimento de métodos diagnósticos coletivos, com o potencial de discernimento de grupos ou áreas de risco no interior da coletividade, e que sirvam de instrumento ao planejamento dos serviços de saúde, tem sido um grande desafio para os epidemiologistas e planejadores do setor. A caracterização de áreas pode

ser um instrumento útil para ações de planejamento, especialmente para a saúde, já que áreas sócio-economicamente homogêneas podem ser assumidas como similares em sua situação de morbidade (LACERDA *et al.*, 2002).

As epidemias possuem propriedades notáveis e complexas, que são responsáveis pela difusão do número de casos de uma doença para outras unidades geográficas ou, pela impedância espacial, que tornam algumas doenças circunscritas a espaços menores na forma endêmica (FERREIRA, 2003). Neste panorama, a utilização de SIG's em epidemiologia, como verificado neste trabalho, mostra-se uma ferramenta útil para a compreensão da ocorrência, difusão e evolução das enfermidades.

2. Objetivos

O principal objetivo foi analisar a ocorrência da epidemia da dengue na cidade de Rio Claro e a associação da mesma com variáveis sócio-econômicas, com o suporte de um Sistema de Informações Geográficas, para os anos de 2001/2002/2003.

Os objetivos secundários, ou específicos, foram:

- Realizar a visualização do indicador epidemiológico de incidência na área urbana de Rio Claro para o período de 2001 a 2003;
- Relacionar os dados dos indicadores da dengue com variáveis sócio-econômicas;
- Estruturar e implementar um Banco de Dados Relacional e Georreferenciado como suporte de um SIG como ferramenta para saúde pública;
- Realizar análise espacial dos dados com apoio de técnicas estatísticas multivariadas.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Epidemiologia

Segundo Rouquayrol & Goldbaum (1999) a definição de epidemiologia, como sendo “o estudo da distribuição das doenças nas coletividades humanas e dos fatores causais responsáveis por esta distribuição”, toma por base as relações existentes entre os fatores do ambiente (físicos, químicos e biológicos), do agente e do hospedeiro ou suscetível. A epidemiologia constitui uma ciência básica da saúde coletiva, além disso, trata-se de importante disciplina científica complementar para as ciências clínicas e para a medicina em geral (ALMEIDA-FILHO & 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 etiológico 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 & GOLDBAUM, 1999).

Segundo Rouquayrol (1999) a Epidemiologia descritiva pode ser definida como o estudo da distribuição de frequência das doenças e dos agravos à saúde coletiva, em função de variáveis ligadas ao tempo, ao espaço, ao ambiente e à população, possibilitando o detalhamento do perfil epidemiológico, com vistas à

promoção da saúde. Além de permitir a exposição circunstanciada do fenômeno, a Epidemiologia Descritiva possibilita hipóteses geradoras de outros conhecimentos e levantar pistas conducentes a estudos complementares, o que dá à epidemiologia descritiva uma capacidade de ir além da simples descrição do fenômeno.

Devido ao seu caráter eminentemente observacional, a lógica de base da moderna epidemiologia estrutura-se em torno de um conceito fundamental, o **risco**. O risco é a probabilidade de ocorrência de um resultado desfavorável, de um dado ou de um fenômeno indesejado. Dessa forma, estima-se o risco ou a probabilidade de que uma doença exista, através de coeficiente de incidência e prevalência (ALMEIDA-FILHO & ROUQUAYROL, 2002).

A associação de fatores determinantes da doença pode ser sinérgica, isto é, fatores determinantes econômicos, políticos, sociais, culturais, psicológicos, físicos e químicos podem aumentar o risco de doença, mais do que faria a simples soma de seus efeitos isolados (ALMEIDA-FILHO & ROUQUAYROL, *op cit.*).

Os grupos sociais economicamente privilegiados são menos sujeitos a vários tipos de doenças, cuja incidência, em contrapartida, é acintosamente elevada em grupos social e economicamente desprotegidos, além das precárias condições de vida ou pouco acesso a serviços de saúde e desigualdades econômicas (ALMEIDA-FILHO & ROUQUAYROL, 2002).

3.1.1. Indicadores Epidemiológicos

Os indicadores epidemiológicos expressam a relação entre o sub-conjunto de doentes e o conjunto de membros da população. Morbidade e mortalidade constituem os principais indicadores empregados na epidemiologia para abordar o

estado de saúde das comunidades (ALMEIDA-FILHO & ROUQUAYROL, 2002; KERR-PONTES & ROUQUAYROL, 1999).

Faz-se necessário a sumarização dos indicadores de morbi-mortalidade segundo Kerr-Pontes & Rouquayrol (1999):

- Morbidade

Em termos gerais, morbidade (1) é o comportamento das doenças e dos agravos à saúde em uma população exposta, ou seja, a morbidade sempre se refere a uma população predefinida. Neste trabalho, as sub-populações referiram-se aos residentes por setor censitário.

$$\text{Indicador de morbidade} = \frac{\text{número de casos de uma doença}}{\text{população}} \times 10^n \quad (1)$$

Os indicadores mais freqüentemente utilizados para avaliar o risco de um dado problema de saúde ou para descrever a situação de morbidade de uma comunidade são as medidas de *prevalência* e *incidência* (ALMEIDA-FILHO & ROUQUAYROL, 2002; KERR-PONTES & ROUQUAYROL, 1999).

- *Prevalência*

Prevalência é o termo que descreve a força com que subsistem as doenças nas coletividades, portanto, um indicador de morbidade. Operacionalmente, a taxa de prevalência (2) pode ser definida como a relação entre o número de casos

conhecidos de uma dada doença (casos que subsistem mais todos os casos novos diagnosticados desde a data da computação anterior) e a população, multiplicando o resultado pela base referencial da população, expressa usualmente como potência de 10, ou seja: 1.000 (‰), 10.000 (‱) ou 100.000 (‱‱‱):

$$\text{Taxa de prevalência} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de casos conhecidos de uma dada doença}}{\text{população}} \times 10^n \quad (2)$$

Os indicadores de prevalência, segundo Almeida-Filho & Rouquayrol, (2002), são valiosos para o planejamento do setor de saúde em função de necessidades de saúde da população, indicadas minimamente pelo número de doentes existentes na comunidade. Para propósitos de identificadores de risco de doenças, as medidas mais indicadas são as de **incidência**.

- *Incidência*

O conceito de prevalecer conota ação de ocorrer e permanecer ocorrendo em um período considerado, enquanto que incidir denota simplesmente a noção de ocorrência sem necessidades de acréscimos complementares, portanto, incidência traduz a idéia de intensidade com que acontece a morbidade em uma população, diferentemente de prevalência que se refere ao volume com que subsistem as doenças nas coletividades (KERR-PONTES & ROUQUAYROL, 1999).

A taxa de incidência (3) é calculada da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}
 & \textit{n}^\circ \textit{ de casos novos de uma dada doença} \\
 & \textit{em determinada comunidade em certo} \\
 \textit{Taxa de incidência} &= \frac{\textit{período de tempo}}{\textit{população exposta ao risco de adquirir} \\
 & \textit{a doença no referido período}} \times 10^n \quad (3)
 \end{aligned}$$

3.1.2. Medidas de Risco para a dengue.

A identificação de áreas de alto e baixo risco pode ajudar no cálculo de estimativas de recursos necessários para um planejamento no combate a epidemias, bem como no conhecimento das causas de determinado padrão espacial das enfermidades (ALI *et. al*, 2002). A utilização de técnicas que visam à análise da distribuição espacial de insetos vetores objetivando seu monitoramento e controle vem se ampliando nos últimos anos, ainda que quase a totalidade desses estudos refere-se ao gênero *Anopheles*, com predominância de investigações realizadas no continente africano. Desconhece-se a existência de estudos que façam uso de metodologias de análise espacial direcionadas ao monitoramento e controle de *A. aegypti* (SOUZA-SANTOS & CARVALHO, 2000).

Mapas de risco são resultados de modelos de transmissão de doenças baseados em dados espaciais e temporais, dados estes relativos à entomologia, epidemiologia e informações climáticas e ambientais. Novas fontes de informações como dados de sensoriamento remoto e ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) para análise espacial, fornecem quantidade sem precedente de informações e capacidade para descrever, explicar e prever o risco (KITRON, 2000).

Souza-Santos & Carvalho (2000) utilizaram como medida de risco, para a transmissão da dengue, a densidade de quarteirões positivos para a larva dividida

pela densidade de habitações por quarteirão, através de operação de razão de Kernel gaussiano. Vários são os modelos utilizados para a estimativa de densidade e distribuição de *A. aegypti*, apesar do emprego desses, a estimativa do risco da dengue baseada em seus resultados são questionáveis (GOMES, 1999).

O município de Rio Claro utiliza o método de avaliação de densidade larvária pela estimativa do índice de Breteau, coordenado pelo Centro de Controle de Endemias (SUCEN). Ao mesmo tempo em que o uso deste índice viabiliza a obtenção de avaliações freqüentes com menor custo e tempo, traz também desvantagens em relação à validade do mesmo para a avaliação do risco de disseminação da epidemia.

Faz-se necessário, portanto, buscar alternativas que simplifiquem os procedimentos utilizados para sortear a amostra, coletar os dados e estimar os parâmetros. Reforçam essa necessidade a existência de um número muito grande de municípios com presença de *Aedes aegypti* no Estado e a descentralização das avaliações de densidade larvária, que passam a ser realizadas pelas prefeituras municipais. Ainda há necessidade de novos estudos, com técnicas alternativas, como a ovitrampas, que é um método alternativo para detecção precoce de novas infestações, com boas possibilidades de se tornar recurso metodológico futuro na definição de indicador de risco para dengue (GOMES, 1998).

As vantagens no uso da ovitrampa seriam pela alta sensibilidade (detectam os vetores mesmo em baixas densidades populacionais) e pela praticidade, já que dois operadores podem instalar, em meio período de trabalho, por volta de 80 armadilhas, sem dificuldade (VILLASECA *et al.*, 2001).

Os dados relativos ao Índice de Breteau do município de Rio Claro são calculados por setor, num total de 4 para toda a área urbana, agrupando muitos

bairros para cada setor. Não se tem consenso da área geográfica a que o índice deve-se referir, por outro lado não se sabe o tamanho da amostra que seja significativa para representar a desigualdade de distribuição do vetor (GOMES, 1998).

3.2. Dengue

A Dengue é uma doença febril aguda, de etiologia viral e de evolução benigna na forma clássica e grave quando se apresenta na forma hemorrágica (FUNASA, 2002). A partir da reintrodução no Brasil do mosquito *Aedes aegypti* no final da década de 70, têm ocorrido diversos surtos da doença no país. Casos de dengue hemorrágico têm sido diagnosticados e há risco de epidemia, devido a circulação de dois sorotipos da doença, o 1 e o 2 (ROUQUAYROL & GOLDBAUM, 1999).

O dengue é causado por um *Flavivirus*, onde há 4 sorotipos: D1, D2, D3, D4. A atual distribuição do dengue coincide com a distribuição do vetor *Aedes aegypti*, tanto na febre amarela urbana como na dengue. 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).

Após décadas de ausência, o vírus da dengue tipo 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 *A. 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 & OLIVEIRA, 1994), devido a grandes esforços para a erradicação

da febre amarela. Entretanto, o vetor não foi erradicado da 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 & OLIVEIRA, 1994; SCHATZMAYR, 2000).

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 milhões de casos, distribuída em 56 países, foi sem precedentes na história, provavelmente devido a mudanças do clima pelo fenômeno do “El Niño” (WHO, 1998).



Figura 3.1. Distribuição global da incidência de casos de dengue em 1998

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 agora em circulação (KEATING, 2001).

A epidemia da dengue foi descrita em 24 dos 26 estados brasileiro mais o Distrito Federal no ano de 2000, com a circulação dos sorotipos 1 e 2, com 893 casos de febre hemorrágica da dengue/síndrome de choque, com 45 mortes (SCHATZMAYR, 2000).

No ano de 2002, foi introduzido no estado de São Paulo o sorotipo 3 (CVE, 2003) que até então encontrava-se apenas na América Central, Caribe e Norte da América do Sul (SCHATZMAYR, 2000), mas já havia o alto risco de introdução deste sorotipo no Brasil.

O número de municípios brasileiros nos quais tem sido assinalada a presença de *Aedes aegypti*, vetor da dengue e da febre amarela, tem aumentado rapidamente nos últimos anos: 1.802 em 1995, 2.110 em 1996 e 2.714 em 1997, evidenciando dificuldades dos programas e ações de controle do vetor e conseqüentemente da doença. Atualmente, esse vetor pode ser encontrado em todos os estados do Brasil. Os casos da dengue acompanham a tendência de dispersão de *A. aegypti* em todo território nacional: 128.619 casos em 1995, 183.418 em 1996 e 254.942 em 1997 (SILVEIRA, 1998).

A incidência da dengue no município de Rio Claro-SP aumentou de menos que 5 casos por 100.000 habitantes nos anos de 1998 e 1999 para 349 casos/100.000 hab. no ano de 2002, num total de 588 casos confirmados (CVE, 2003), justificando a extrema necessidade de ações conjuntas entre a universidade, órgão da secretaria municipal de saúde e a sociedade civil para a erradicação da epidemia.

3.3. Pressupostos teóricos para modelagem cartográfica e análise espacial

O termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional (CÂMARA & DAVIS, 2004). As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Ao contrário de outras áreas (como Banco de Dados), não há um corpo básico de conceitos teóricos, que sirva de suporte para o aprendizado da tecnologia, mas uma diversidade por vezes contraditória de noções empíricas. Muitos livros texto e cursos são organizados e apresentados em função de um sistema específico, sem fornecer ao aluno uma visão sólida de fundamentos de aplicação geral (CÂMARA *et al.*, 2004).

Somente a descrição das “funções” de um programa de geoprocessamento (algoritmos implementados) em uma área qualquer de aplicação, não oferece nenhuma explicação dos conceitos geográficos, na representação dos dados, embutidos nestas funções. Martin (1996) assinala ainda, que historicamente os SIG's têm sido desenvolvidos juntamente com os avanços tecnológicos nas diversas áreas de aplicações. Os estudos e discussões do melhor modo de se representar o “mundo real” são relativamente raros, portanto é necessário o conhecimento das teorias embutidas nos algoritmos de um SIG. Alguns aspectos principais que

subsidiar os SIG's serão revisados, com uma breve explanação da natureza dos objetos contidos no espaço geográfico e o modo pelo qual eles são representados como dados mapeáveis. Finalmente haverá o enquadramento dos dados utilizados neste trabalho nas diferentes categorias de representação geométrica do espaço, para o direcionamento do tipo de análise espacial dos dados.

Espera-se, com isto, enquadrar da melhor maneira possível os dados utilizados segundo as definições geográficas pertinentes.

3.3.1. Modelagem do Espaço Geográfico

A disseminação do Geoprocessamento como consequência do aparecimento dos SIG's por várias disciplinas como a epidemiologia, geologia, ecologia, marketing, etc, dependeu substancialmente da reflexão do espaço geográfico por trabalhos clássicos em geografia (HARTSHORNE, 1939 *apud* SACK, 1974; BERRY, 1964). Sack (1974) faz uma diferenciação de duas escolas que se remetem ao estudo da relação do homem com o ambiente, a escola corológica no ponto de vista de Hartshorne e a escola espacial segundo Schaefer.

As maiores diferenças entre estas duas escolas são resultados das diferentes concepções de questões geográficas. Enquanto a corologia enfatiza a natureza e inter-relações entre lugares específicos e regiões, a escola espacial preocupa-se com o arranjo geométrico e padrões do fenômeno (SACK, 1974). A escola espacial, que é a base para o geoprocessamento, utiliza-se de variáveis espaciais (informações que possuem coordenadas geográficas ou métricas), pois preocupa-se com a posição relativa dos elementos e sua morfologia, já a escola corológica é essencialmente descritiva, onde o conhecimento deriva da

diferenciação e integração areal, há o estudo de caso mas sem a espacialização do fenômeno.

A escola corológica se preocupa apenas com a substância do fenômeno e a escola espacial com a instância, o lugar e a forma (SACK, 1974). Berry (1964) propõe um modelo de matriz geográfica que serviu de base para a criação de banco de dados geográficos em SIG: “Se tal observação isolada for registrada do ponto de vista espacial e refere-se a uma característica isolada de um local ou localização isolada, este dado pode ser chamado de **fato geográfico**, e será apenas um de um conjunto de observações, seja da mesma característica para uma série de lugares ou de diversas características para um determinado lugar. Pode-se chamar de **variabilidade espacial** quando uma determinada característica varia de lugar para lugar; estas variações podem ser cartografadas em **distribuições espaciais**. Com relação às diferentes características de um local específico, elas constituem a matéria dos inventários locacionais e a geografia dos lugares particulares”.

Presuma-se que uma série inteira de características foi registrada para uma série inteira de lugares, obtemos assim completas fichas geográficas de dados. Um modo eficaz de arranjar o corpo de dados resultante é colocá-los numa disposição regular, ou matriz. Nesta matriz geográfica, cada característica corresponde a uma coluna (j) e cada lugar a uma linha (i) da matriz. A interseção de cada fileira e cada coluna define uma célula e cada célula é preenchida por um **fato geográfico** (Figura 3.2). Em termos práticos, para qualquer problema particular, há uma certa especificação de linhas (lugares) e colunas (características) que é significativa e útil, pois, na conjuntura da definição acima, seria possível uma infinidade de característica e lugares (*op cit.*).

Lugares	Características	
	Coluna j	
Linha i		

Célula ij

Figura 3.2. A Matriz Geográfica. Uma linha desta matriz representa a variação de lugar de alguma característica ou um padrão espacial da variável que dessa maneira pode ser cartografada. Cada coluna contém o inventário de uma característica para várias localidades. Cada célula (ij) contém um "fato geográfico": valor assumido por uma certa característica em determinado lugar (Fonte: Berry, 1964).

Dada uma matriz geográfica, as possibilidades para análise espacial seriam:

- a) a disposição de células dentro de uma coluna.
- b) a disposição de células dentro de uma linha

A primeira conduz ao estudo da distribuição espacial e dos mapas (abordagem espacial) e a segunda ao estudo das associações localizadas de variáveis em seu lugar e aos inventários locais (abordagem corológica).

- c) a comparação de pares de colunas ou série inteira de colunas, e
- d) a comparação de pares de linhas ou da série inteira de linhas.

A primeira envolve estudos de co-variações espaciais ou associação espacial. A última (d) implica o estudo da diferenciação zonal em seu sentido holístico.

A definição de fato geográfico empregada acima é deficiente em certo aspecto, de que a localização isolada tem, necessariamente, de ser também observada num ponto particular do tempo. Além da variação espacial temos a variação temporal. Cria-se assim a matriz geográfica em terceira dimensão, ou seja,

uma série de fatias das matrizes citadas acima, sendo cada uma das fatias uma seção específica no tempo (Figura 3.3).

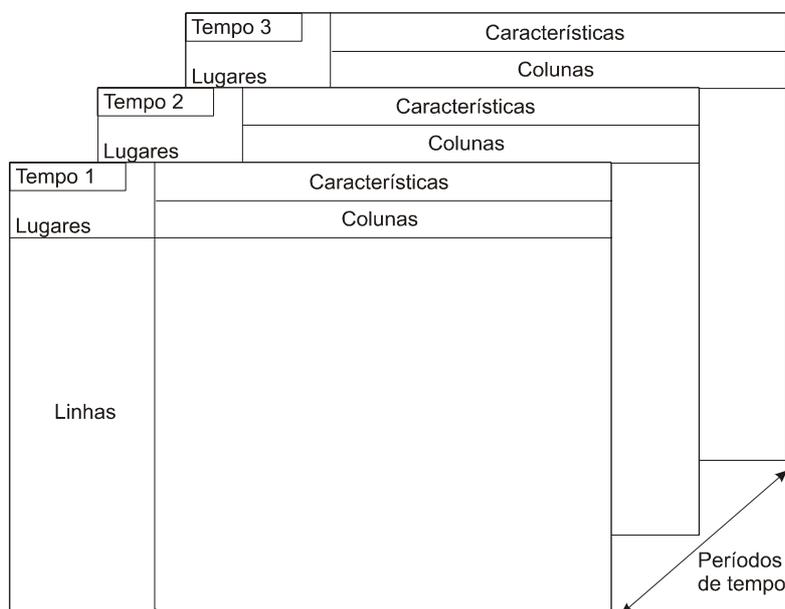


Figura 3.3. Matriz geográfica em terceira dimensão, cada “fatia” do bloco tridimensional possui todos os aspectos descritos na Figura 3.2. (Fonte: BERRY, 1964).

O termo “dato espacial” refere-se às medidas relacionadas a objetos no espaço e em qualquer escala (MARTIN, 1996). O espaço tratado nesta definição pode ser considerado como região geográfica, que é definida como sendo “uma superfície qualquer pertencente ao espaço geográfico, que pode ser representada num plano ou reticulado, dependente de uma projeção cartográfica” (CÂMARA & MONTEIRO, 2004).

3.3.2. Modelos conceituais do espaço: objetos e campos contínuos

Quando é considerado qualquer espaço, a sala, a paisagem ou um continente, por exemplo, podem-se obter diferentes modos para descrever a organização do espaço. Os dois extremos são: (a) perceber os espaços como sendo ocupados por entidades ou objetos, as quais são descritos pelos seus atributos ou propriedades e podem ser mapeados com o uso de sistemas de coordenadas geométricas, ou (b) imaginar um atributo de interesse variando no espaço como uma função matemática contínua ou “campo contínuo” (BURROUGH & MCDONNELL, 1998).

- **Modelo de Objetos ou Entidades**

A visão mais comum é que o espaço é povoado com objetos ou entidades. A definição e reconhecimento da entidade (casa, cabos, floresta, rio, montanha, etc.) é o primeiro passo; a listagem de seus atributos, como limites e localização são secundários (BURROUGH & MCDONNELL, 1998). Cada objeto ocupa algum lugar no espaço e possui propriedades. Os objetos consistem de partes e sub-partes, objetos geográficos básicos são pontos, linhas (conjunto de pontos ligados) e polígonos (série de linhas ligadas ou pontos contíguos), suas propriedades são descritas por atributos medidos em escala nominal, ordinal ou intervalar (BURROUGH & FRANK, 1995).

- **Campos Contínuos**

A análise de dados na qual o interesse é focado não somente na localidade do evento como na análise de padrões pontuais e sim no atributo de determinada variável georreferenciada, que varia continuamente no espaço em uma determinada região R, pode ser chamada de análise de dados espacialmente contínuos. Alguns exemplos de dados espacialmente contínuos são medidas geológicas de depósitos minerários, medições de poluentes atmosféricos, medidas pluviométricas, salinidade e permeabilidade de solos (BAYLEY & GATRELL, 1995) ou ainda, pressão do ar, temperatura, elevação acima do nível do mar, frações de argila em solos. Muitos dos dados dos campos da geografia, geologia e de ciências ambientais são desta natureza.

Cada atributo georreferenciado é medido numa apropriada escala nominal, ordinal, intervalar ou em forma de índices, e é assumido que o fenômeno varia gradualmente e suavemente no espaço e que valores dos atributos em locais não amostrados podem ser estimados por interpolação (BURROUGH & FRANK, 1995).

A interpolação é um procedimento de predição de valores de atributos em locais não amostrados através de medidas feitas em sítios pontuais dentro de uma mesma área ou região. A extrapolação seria, portanto, a predição de atributos de determinada variável fora da área coberta pelas observações existentes (BURROUGH & MCDONNELL, 1998). A interpolação compõe uma série de ferramentas matemáticas e estatísticas para a representação de campos contínuos.

3.3.3. Representações Geométricas do Espaço Geográfico

Os modelos de dados geográficos são meras formalizações dos modelos conceituais usados pelas pessoas para a percepção do fenômeno geográfico, deste modo, o mais simples e freqüente modelo de dado utilizado é o modelo de objetos, visto que é muito utilizado para modelar fenômenos antropogênicos (BURROUGH & MCDONNELL, 1998). Todos os dados geográficos podem ser reduzidos a três conceitos topológicos básicos: o ponto, a linha e a área; todo fenômeno geográfico pode em princípio ser representado por estes elementos primitivos com um rótulo com o significado ou atributo do elemento (BURROUGH, 1986; BURROUGH & MCDONNELL, 1998).

No universo de representação, definem-se as possíveis representações geométricas que podem estar associadas às classes do universo conceitual. Inicialmente, deve-se considerar as duas grandes classes de representações geométricas: representação vetorial e representação matricial. Na representação vetorial, a representação de um elemento ou objeto é uma tentativa de reproduzi-lo o mais exatamente possível. Qualquer entidade ou elemento gráfico de um mapa é reduzido a três formas básicas: pontos, linhas, áreas ou polígonos. A representação matricial consiste no uso de uma malha quadriculada regular sobre a qual se constrói, célula a célula, o elemento que está sendo representado. A cada célula, atribui-se um código referente ao atributo estudado, de tal forma que o computador saiba a que elemento ou objeto pertence determinada célula (CÂMARA & MONTEIRO, 2004).

A Figura 3.4 apresenta as principais maneiras nas quais dados geográficos podem ser visualizados tanto na representação matricial como na representação vetorial.

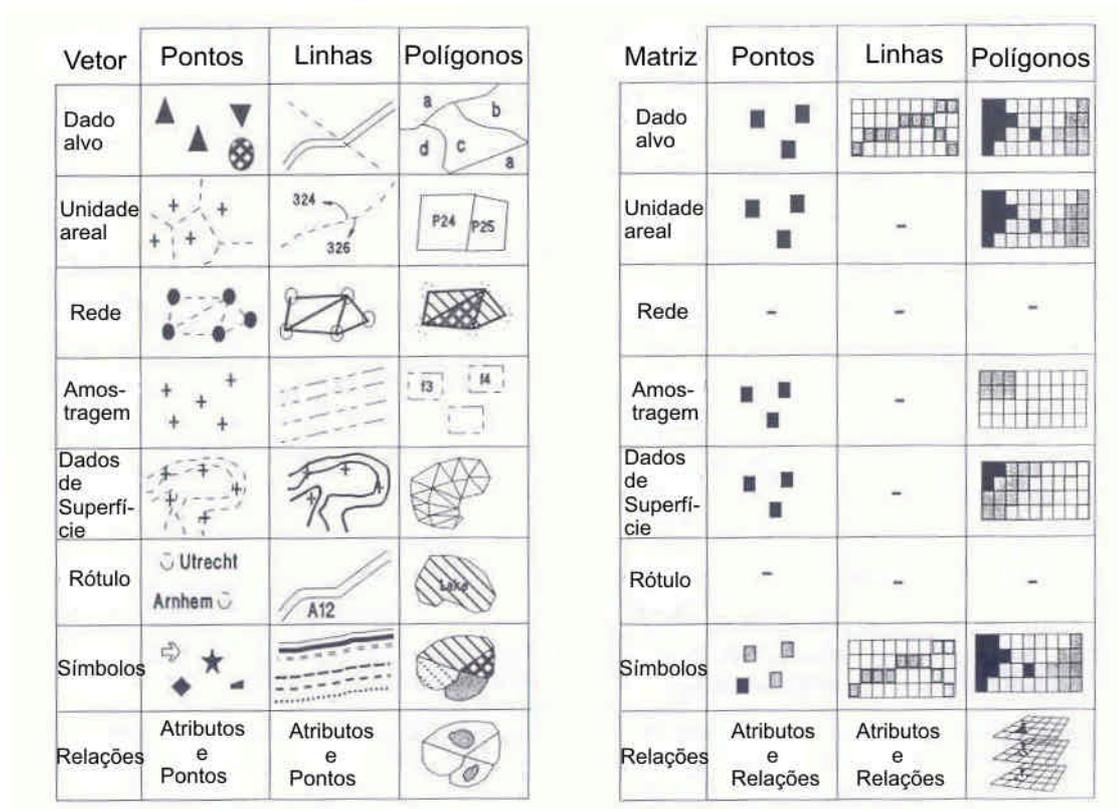


Figura 3.4. Diferentes modos de visualizar graficamente dados encapsulados por vetores (lado esquerdo) e dados matriciais (lado direito) (Fonte: BURROUGH & MCDONNELL, 1998).

Para a produção de cartas e em operações onde se requer maior precisão, a representação vetorial é mais adequada. As operações de álgebra de mapas são mais facilmente realizadas no formato matricial. No entanto, para um mesmo grau de precisão, o espaço de armazenamento requerido por uma representação matricial é substancialmente maior. A comparações entre representações vetoriais e matriciais estão ilustradas na Tabela 3.1.

Aspecto	Representação Vetorial	Representação Matricial
Relações espaciais entre objetos	Relacionamentos topológicos entre objetos disponíveis	Relacionamentos espaciais devem ser inferidos
Ligação com banco de dados	Facilita associar atributos a elementos gráficos	Associa atributos apenas as classes do mapa
Análise, Simulação e Modelagem	Representação indireta de fenômenos contínuos Álgebra de mapas é limitada	Representa melhor fenômenos com variação contínua no espaço Simulação e modelagem mais fáceis
Escalas de trabalho	Adequado tanto a grandes quanto a pequenas escalas	Mais adequado para pequenas escalas (1:25.000 e menores)
Algoritmos	Problemas com erros geométricos	Processamento mais rápido e eficiente.
Armazenamento	Por coordenadas (mais eficiente)	Por matrizes

Tabela 3.1. Comparações entre representações para mapas temáticos (Fonte: CÂMARA & MONTEIRO, 2004).

3.3.4. Vetores e Topologias

Seja no caso de objetos de área ou no caso de objetos de linhas, quando se deseja armazenar explicitamente as relações de adjacência, utilizam-se formas específicas de representação vetorial: as representações topológicas. No caso de se trabalhar com elementos gráficos do tipo área, como as quadras ou setores censitários de um município, utiliza-se a topologia Arco-Nó-Polígono. Seu objetivo é descrever as propriedades topológicas de áreas de tal maneira que os atributos não-espaciais associados aos elementos ou entidades poligonais possam ser manipulados da mesma forma que os correspondentes elementos em um mapa temático analógico (CÂMARA & MONTEIRO, 2004).

A Figura 3.5 mostra de forma simplificada essa estrutura topológica:

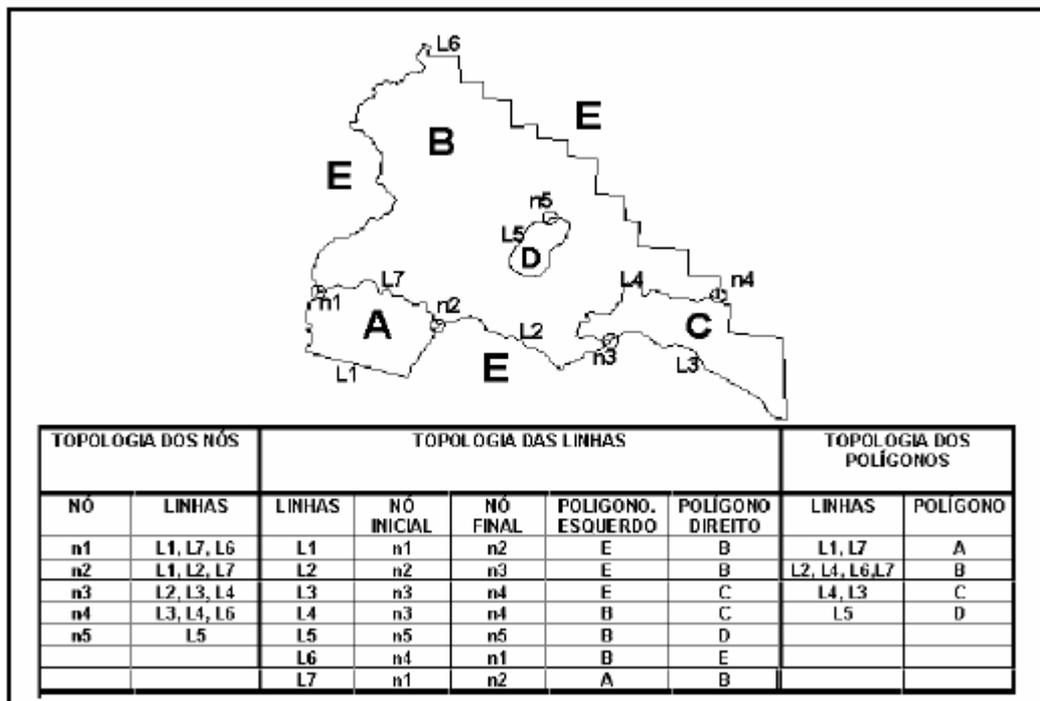


Figura 3.5. Estrutura topológica do tipo arco-nó-polígono (Fonte: Câmara & Monteiro, 2004).

O armazenamento de dados e o gerenciamento do banco de dados concernem ao modo como os dados de determinada localidade (topologia) e os atributos dos elementos geográficos (pontos, linhas, polígonos) são estruturados e organizados com respeito à estruturação computacional e como eles são percebidos pelos usuários do sistema. O programa computacional utilizado para organizar um banco de dados é conhecido como SGBD - Sistema Gerenciador de Banco de Dados (DBMS – do inglês “*Database Management System*”) (BURROUGH & MCDONNELL, 1998). Os SGBD's são programas de armazenamento, manipulação e recuperação de informações dentro do banco de dados (BAILEY & GATRELL, 1995).

Geralmente empregam-se modelos vetoriais em fenômenos socioeconômicos, devido à natureza dos limites usados, por exemplo limites de setores censitários, limite de bairros, de quadras, etc. Topologias tipo matricial (“raster”) para representação e armazenamento de dados espaciais são fundamentalmente

diferentes de topologias vetoriais, elas não são orientadas a objetos e sim baseadas em coberturas das células “pixels” com valores dos atributos (MARTIN, 1996).

3.3.5. Representações de Atributos de Objetos e Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD).

Segundo Câmara & Monteiro (2004), atributo é qualquer informação descritiva (nomes, números, tabelas e textos) relacionada com um único objeto, elemento, entidade gráfica ou um conjunto deles, que caracteriza um dado fenômeno geográfico. A forma de organização destes atributos, como a entrada e saídas dos dados, armazenamento e pesquisa é papel do SGBD. A organização de banco de dados mais utilizadas na prática é a chamada estratégia “*dual*”.

A estrutura mais popular de organizar dados não espaciais (banco de dados) com atributos geográficos (objetos) tem sido o chamado SGBDR (Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacionais) que consiste de série de tabelas vinculadas com os objetos espaciais através de campos chave, na qual permite o estabelecimento de relações entre o banco de dados e o mapa. Os campos chave são geralmente um identificador de pontos, linhas ou polígonos que possuem correspondente nas tabelas, permitido assim a vinculação (BAILEY & GATRELL, 1995, MARTIN, 1996).

- **Estratégia Dual**

O programa “Spring” é um SIG implementado com a estratégia “*dual*” que utiliza um SGBD relacional para armazenar os atributos convencionais dos objetos

geográficos (na forma de tabelas) e arquivos para guardar as representações geométricas destes objetos (CÂMARA & MONTEIRO, 2004; PAIVA *et al.*, 2004) onde as representações dos dados espaciais e as informações descritivas (dados não espaciais) são armazenadas em ambientes diferentes (DAVIS & CÂMARA, 2004).

As representações gráficas utilizam-se de arquivos convencionais do tipo binário onde são armazenadas as coordenadas x, y que definem um objeto geográfico do “Spring”, os atributos descritivos destes objetos são armazenados em tabela em banco de dados relacional.

A ligação dos dois componentes é realizada por um identificador único (DAVIS & CÂMARA, 2004).

A entrada dos atributos não-espaciais é feita por meio de um SGBD relacional e para cada entidade gráfica inserida no sistema é imposto um identificador único ou *rótulo*, através do qual é feita uma *ligação lógica* com seus respectivos atributos não-espaciais armazenados em tabelas de dados no SGBD (CÂMARA & MONTEIRO, 2004) como ilustrado na Figura 3.6.

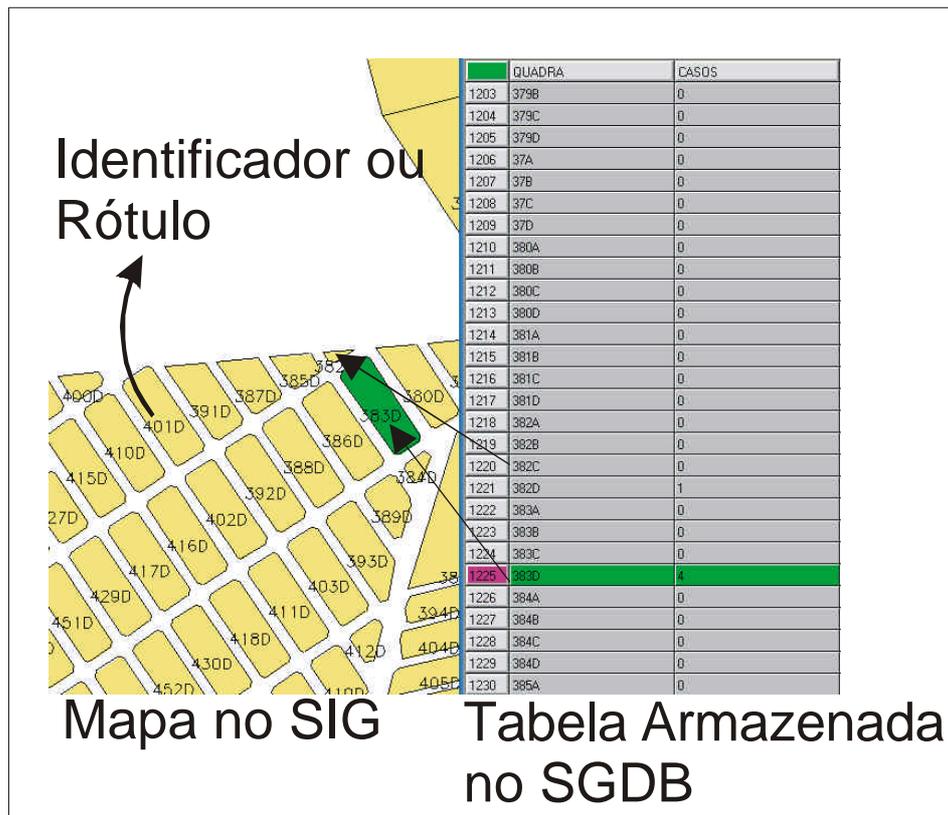


Figura 3.6. Estratégia dual para banco de dados geográficos

3.3.6. Análise Espacial

Os SIG's foram inicialmente desenvolvidos como ferramenta de agrupamento, pesquisa e visualização da informação geográfica, sendo a capacidade de análise espacial dos dados muito limitada ou muitas vezes inexistente nos primeiros sistemas (BAILEY & GATRELL, 1995).

Genericamente, a análise espacial pode ser definida como manipulação de dados espacializados através de diferentes maneiras, com o objetivo de extrair significados adicionais como resultado. A análise estatística espacial engloba uma série de abordagens aplicadas aos mais diferentes problemas espaciais, de realçamento de imagens digitais de sensoriamento remoto e reconhecimento de padrões até interpolação de dados de depósitos de minerais, investigação de

agrupamentos espacial ou espaço temporal de doenças, modelagem de tendência sócio-econômica e estudo de migração animal ou humana (BAILEY & GATRELL, 1995).

A análise espacial em geografia médica relaciona-se com o estudo quantitativo das distribuições das doenças, padrões de saúde e acesso à facilidade médica, onde os objetos de estudo são geograficamente definidos (GESLER, 1986).

A distribuição espacial das arboviroses está geralmente relacionada com a amplitude geográfica do vetor e do hospedeiro e de seus habitats preferenciais (KITRON, 1998) e a análise de padrões ecológicos e entomológicos são processos importantes na predição temporal e espacial do risco (KITRON *et al.* 1994).

A utilização de métodos de visualização e de ferramentas de análise espacial em sistemas de Informação geográfica (SIG), sistemas de posicionamento global (GPS), sensoriamento remoto e estatística espacial (geoestatística), têm contribuído metodologicamente na análise espacial em epidemiologia geográfica (KITRON, 1998, GATRELL & BAYLEY, 1996, DALE *et al.* 1998, KOBAYASHI *et al.* 2000, DUNN *et al.* 2001, ALI *et al.* 2002, CAMPOS *et al.* 2002, FERREIRA, 2003). Essas ferramentas e técnicas fornecem aos pesquisadores da área de saúde pública, um arcabouço metodológico importante no diagnóstico e controle de epidemias, pois elas auxiliam a responder questões como: Onde estão os novos casos de uma determinada doença? O que determina a distribuição espacial da mesma? Como podemos determinar o risco local ou regional na transmissão de uma determinada doença? (KITRON, 1998).

4. Materiais e Métodos

4.1. Área de estudo

A área de estudo compreendeu a área urbana de Rio Claro (Figura 4.1 e Figura 4.2.), atualmente com população de 168.218 habitantes, compreendendo 97,2% do total dos munícipes. A população residente de 10 anos ou mais é de 141.681, deste total, 135.036 são alfabetizadas, possuindo assim uma taxa de alfabetização de 95.3% segundo o censo demográfico de 2000 (IBGE, 2000).

A cidade de Rio Claro possui 05 hospitais (sendo um deles psiquiátrico), maternidades, 07 unidades básicas de saúde, 02 centros de saúde, pronto-socorros, centro de vigilância sanitária, centro de zoonoses, centro de habilitação infantil e saúde do trabalhador.

As maiores densidades populacionais do município são relativas às regiões central e norte da área urbana, correspondendo principalmente os bairros Cherveson, Jardim Santa Maria, Jardim Bandeirante e Centro.

4.2. Organização da base de dados epidemiológicos e espaciais

4.2.1. Atributos descritores das entidades geométricas

Uma das fontes de dados para esta pesquisa refere-se aos atributos locais descritores das entidades geométricas, ou seja, dados relativos aos setores censitários ou às quadras que direta ou indiretamente estejam vinculados à epidemia.

Os dados de ocorrência dos casos de dengue foram obtidos junto à Secretaria Municipal de Saúde sob a supervisão da Vigilância Epidemiológica do município.

Os dados que foram utilizados referem-se: data de confirmação do resultado do exame sorológico, a classificação do tipo de resultado (positivo ou negativo) da análise e os dados relativos ao endereço do paciente. Foram utilizados somente os dados dos casos presentes na área urbana de Rio Claro relativos ao período de 2001 a 2003.

Estas informações referem-se aos dados brutos sobre o total de casos notificados por quadra e por setor censitários. Para os cálculos do coeficiente de incidência de casos de dengue, foi gerada uma segunda tabela com a padronização do número de casos pela população exposta e apresentados em número de casos por 10.000 habitantes.

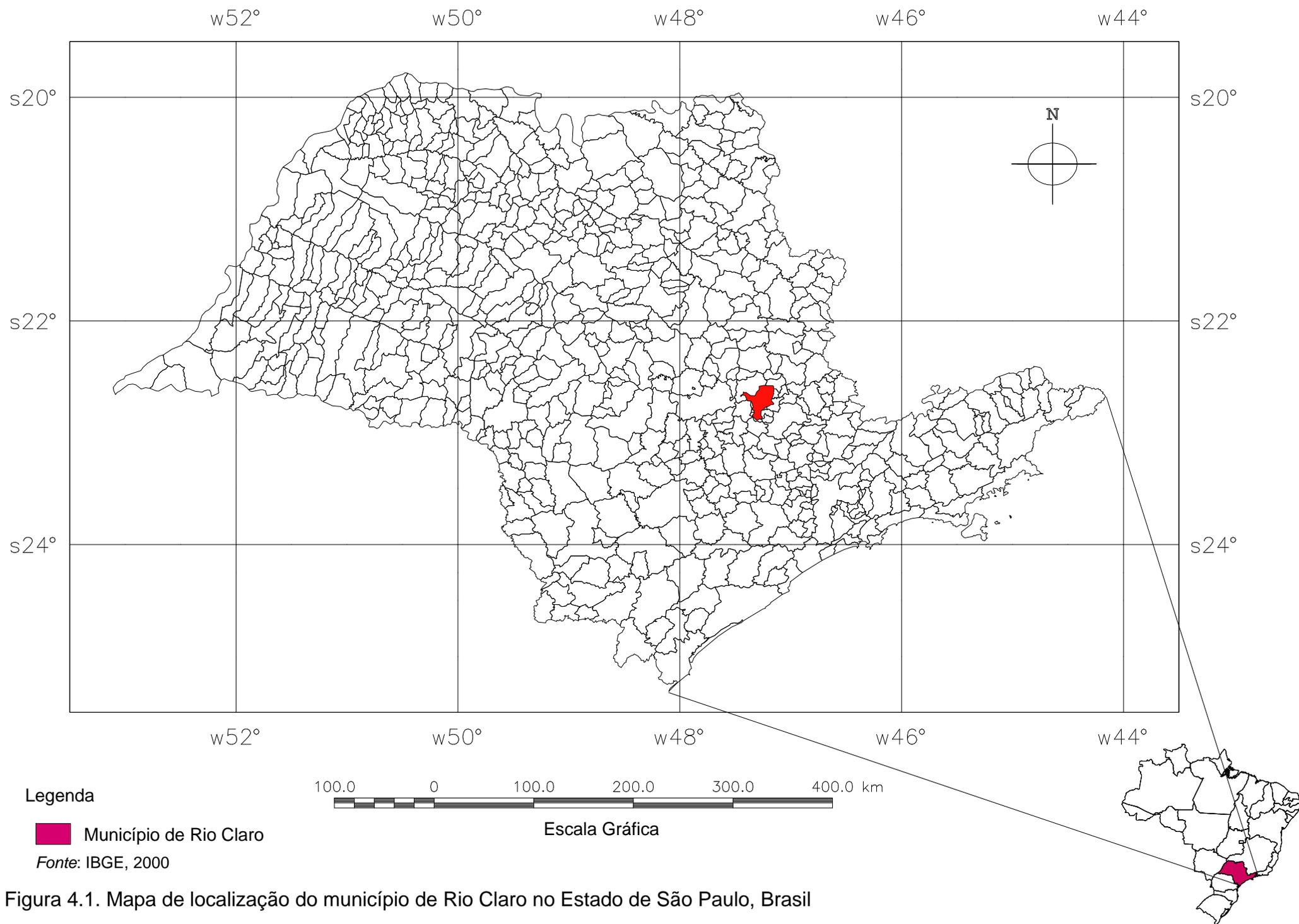


Figura 4.1. Mapa de localização do município de Rio Claro no Estado de São Paulo, Brasil

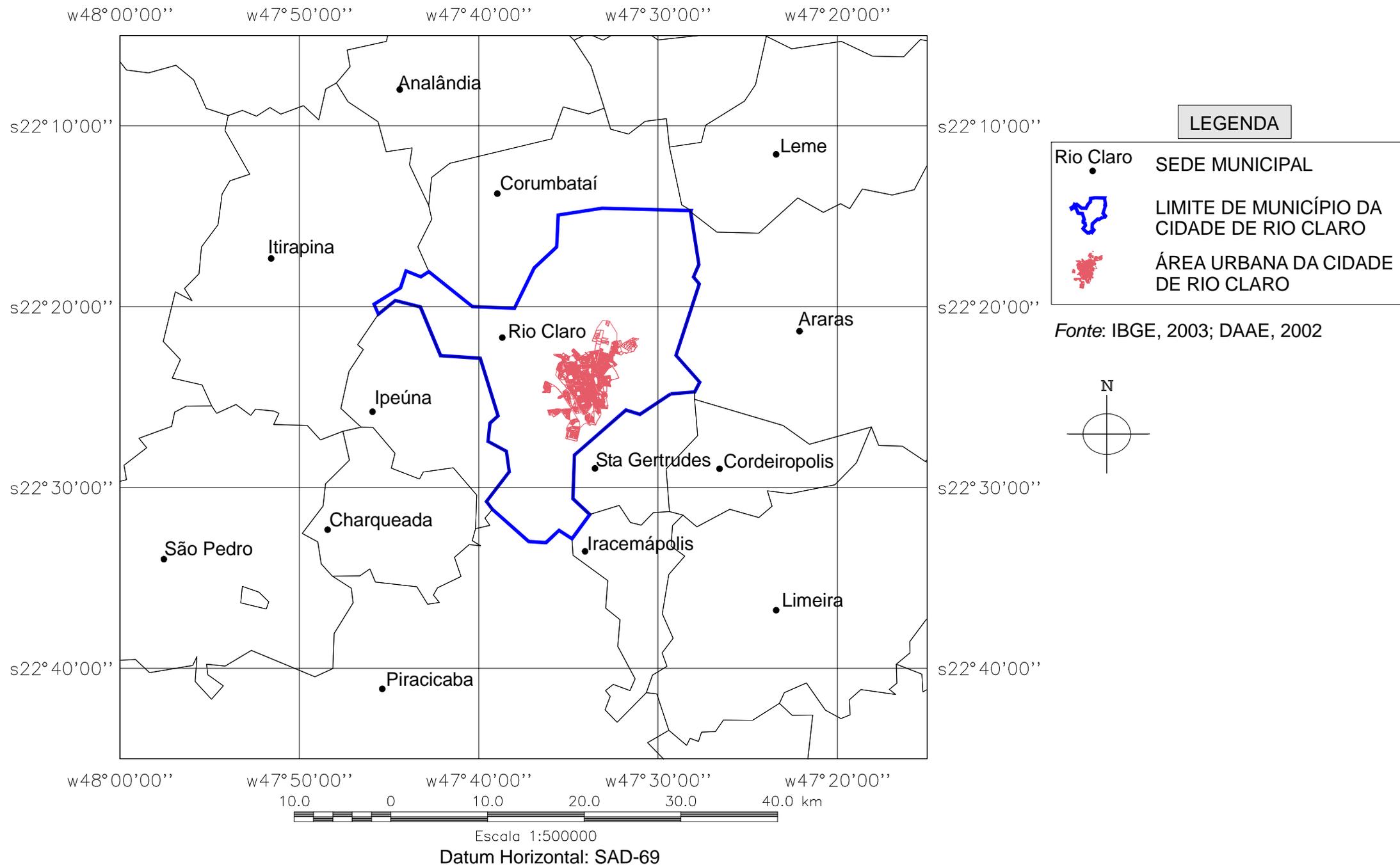


Figura 4.2. Mapa de localização da área urbana de Rio Claro e municípios adjacentes (Fonte: IBGE, 2000).

4.2.2. Base de dados topológicos vetoriais

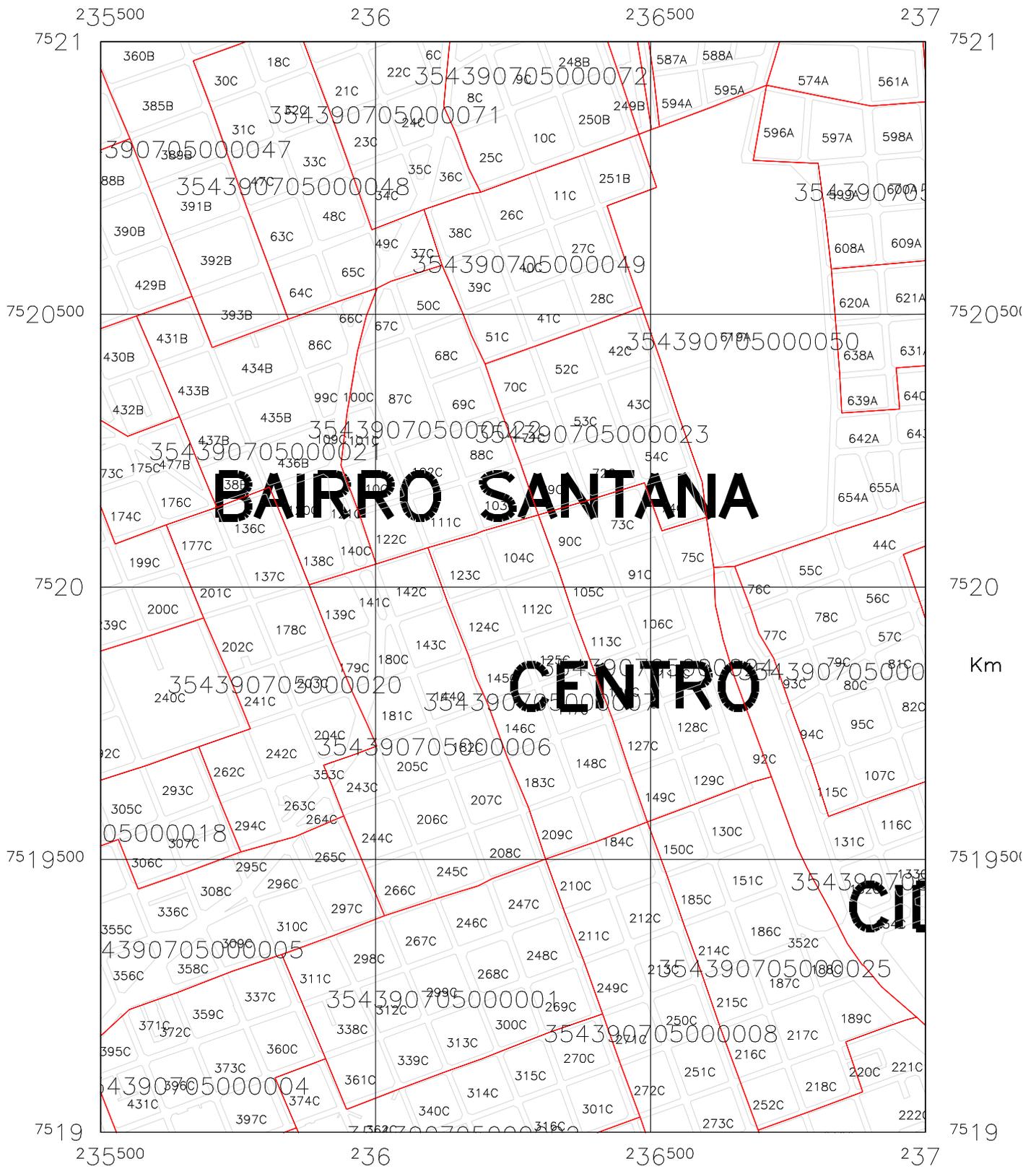
As bases cartográficas digitais utilizadas neste trabalho foram obtidas junto ao Departamento Autônomo de Água e Esgoto (DAAE, 2002) para a escala de quarteirões; para a escala de setores censitários, foi utilizada a base digital do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000).

A Figura 4.3, uma amostra da área central da área urbana, demonstra os polígonos de quadras e setores utilizados neste trabalho.

A base cartográfica para o nível de **setores censitários** possuía originalmente os polígonos e os seus identificadores (referência), o que possibilitou, de maneira direta, a criação da topologia de polígonos e a ligação com o banco de dados (dados demográficos e socioeconômicos).

Por outro lado, a base cartográfica para quarteirões originalmente não possuía nenhuma referência, ou identificadores. A única referência encontrada foi a do Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) que possuía um croqui com todas as quadras do município numeradas. Foi utilizada esta numeração para a criação dos identificadores dos quarteirões e conseqüentemente a topologia de polígonos de **quadras**.

A numeração oriunda do CCZ da área urbana está subdividida em 4 grupos, as áreas “a” referente à porção nordeste; a área “b” à noroeste; área “c” à sudeste e a área “d” referente à porção sudoeste do município. A inserção dos identificadores respeitou esta subdivisão com a identificação dos polígonos composta por até 3 algarismos numéricos precedidos de uma das quatro letras, que representa as áreas do CCZ (Figura 4.3).



LEGENDA

	SETOR CENSITÁRIO
	QUARTEIRÕES
397C	IDENTIFICADORES DE QUADRAS
354390705000008	IDENTIFICADORES DE SETORES CENSITÁRIOS

Escala 1:10.000
 Projeção Cartográfica: UTM
 Datum Horizontal: Córrego Alegre

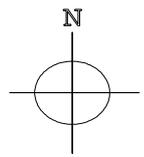


Figura 4.3. Amostra da numeração de quadras e setores censitários na parte central do município

Estes procedimentos foram necessários para a vinculação dos atributos convencionais dos objetos geográficos (tabelas não espaciais) com os mapas (representações geométricas destes objetos), onde um identificador comum liga os componentes espaciais (objetos) com as informações descritivas (Davis & Câmara, 2004).

4.3. Mapeamento baseado em Modelo de Objetos.

Definidas entidades geométricas na área urbana de Rio Claro, realizou-se a visualização (especialização) dos atributos epidemiológicos da dengue para os anos de 2001 a 2003.

Para a produção destes mapas, houve a necessidade de alterações no banco de dados oferecida pela Vigilância Epidemiológica.

4.3.1. Transformação de banco de dados sem referência para um banco de dados relacional e georreferenciado.

Como citado anteriormente (sub-ítem 3.3.5.), os atributos descritivos dos objetos (entidades gráficas) são armazenados em tabelas em um banco de dados relacional, onde um identificador único é responsável pela ligação de dois componentes.

O banco de dados de ocorrência dos casos de dengue originalmente não possuía referência na qual fosse possível vincular o mesmo aos objetos. A única informação disponível era o endereçamento da notificação.

Para que fosse feita a transformação do banco de dados sem referência para um banco de dados relacional e georreferenciado, foram visitadas as residências com notificação positiva com a finalidade da localização geográfica das mesmas com a utilização de GPS (sistema de posicionamento global).

De posse das coordenadas dos pontos, realizou-se o procedimento de verificação do número da **quadra** e do **setor censitário** dos casos georreferenciados.

Feito isso, criou-se duas novas colunas na tabela de atributos, uma referente ao número da quadra (QUADRA) e outra referente ao número do setor (SETOR_IBGE) (Tabela 4.1.).

NM_LOGRADO	NU_NUMER	NM_REFEREN	NU_NOTIFIC	DT_NOTIFIC	QUADRA	SETOR_IBGE
AV. 25	247	R. 01 E 02	2846415	10/5/2002	347C	354390705000028
AV. 29	100	R. 0 E 01	2846929	17/6/2002	348C	354390705000028
AV. 44	1156	R. 08 E 09	2846573	27/5/2002	353B	354390705000109
R. 06-JA	362	AV. 56 E 58	2846459	20/5/2002	354A	354390705000163
R 13	1321	AV 4 E 6	2475771	14/2/2002	354C	354390705000005
AV 6	1242	RUA 13 E 14	2846689	12/6/2002	354C	354390705000005
R. 07	2704	AV. 32 E 34	2475897	10/4/2002	360B	354390705000047
R. 11	876	AV. 03 E 05	2675843	17/4/2002	360C	354390705000004
AV.13	798	RUA 7/8	1937794	29/5/2001	364C	354390705000009
RUA 07	521	AV.11/13	1939423	23/5/2001	364C	354390705000009
AV.13	798	RUA 7/8	2211359	5/6/2001	364C	354390705000009
AV.52	1412	RUA 11/12	1939454	4/6/2001	365B	354390705000109
AV.52	1412	RUA 11/12	1939455	4/6/2001	365B	354390705000109
RUA 06	288	AV.17/19	1937791	25/5/2001	366C	354390705000029
R. 12	3604	AV. 50 E 52	2674142	22/4/2002	368B	354390705000108
R. 12	3604	AV. 50 E 52	2674817	25/4/2002	368B	354390705000108
AV. 03	1025	R. 11 E 12	2674107	26/4/2002	373C	354390705000004
R. 06	259	AV. 17 E 19	2674781	10/5/2002	379C	354390705000009
R. 07	216	AV. 17 E 19	2674783	13/5/2002	379C	354390705000009
RUA 08	2893	AV.36/38	1939374	15/5/2001	380B	354390705000068
R. 08	2893	AV. 36 E 38	2674840	6/5/2002	380B	354390705000068
AV. 05	220	R. 03- JP E 04-JP	2971744	11/4/2003	382D	354390705000097
R. 04	1027	AV. 05 E 07	3153213	23/4/2003	383D	354390705000097
RUA 4	1027	AV. 05 E 07	3153244	5/5/2003	383D	354390705000097
R.4	1027	AV 11 E 13 JP		23/4/2003	383D	354390705000097
R.4	1027	AV. 07		5/5/2003	383D	354390705000097
AV. 25	387	R. 02 E 03	2575953	3/4/2002	384C	354390705000028
AV. 05	220			11/4/2003	385D	354390705000097
R. 04	1026	AV. 05 E07	2971710	10/4/2003	386D	354390705000095
R. 04	1026	AV. 05- JP E 07-JP	2971711	10/4/2003	386D	354390705000095

Tabela 4.1. Exemplo da criação de referencial para a tabela de atributos

4.3.2. Vinculação dos casos com os objetos de quadras e setores censitários (objetos).

Realizada a modificação da tabela de atributos com os dados dos identificadores nas duas novas colunas geradas, foi possível a vinculação dos dados de ocorrência do dengue para quadras e setores censitários com os modelos de objetos para quadras e setores respectivamente.

É característica de um SIG implementado com a estratégia “dual” o armazenamento em ambientes diferentes das informações descritivas e das representações espaciais. As informações descritivas foram gerenciadas com o programa “Access” na qual foram realizadas pesquisas como: ocorrências no ano de 2001 com seus respectivos identificadores de quadras e objetos. Consultas como esta foram exportadas para o programa “Excel” para o cálculo dos indicadores epidemiológicos para setores e número de ocorrências do dengue por quadra. Finalmente foram exportadas em formato as tabelas com os indicadores citados acima em formato “dbaseV” para o programa “Spring”.

No programa “Spring” realizou-se a ligação da tabelas com as entidades gráficas (objetos) de quadras e setores censitários (Figura 4.4.).

4.3.3. Agrupamento espacial e visualização dos dados em mapas

Realizados os cálculos dos indicadores epidemiológicos de incidência, procedeu-se à exportação dos mesmos em planilhas no formato “dbase-V” e a ligação destas tabelas nos objetos geográficos (unidades espaciais de referência);

realizou-se assim o agrupamento e a visualização espacial dos valores de cada variável (Figura 4.4.).

O método de agrupamento utilizado foi o de valor único, onde não há opção de divisão em número de partes ou intervalos. O sistema se encarrega de gerar grupos automaticamente em função dos valores a serem analisados. Também foi utilizado o método de agrupamento “passo igual” que divide os dados em partes iguais definidas pelo usuário.

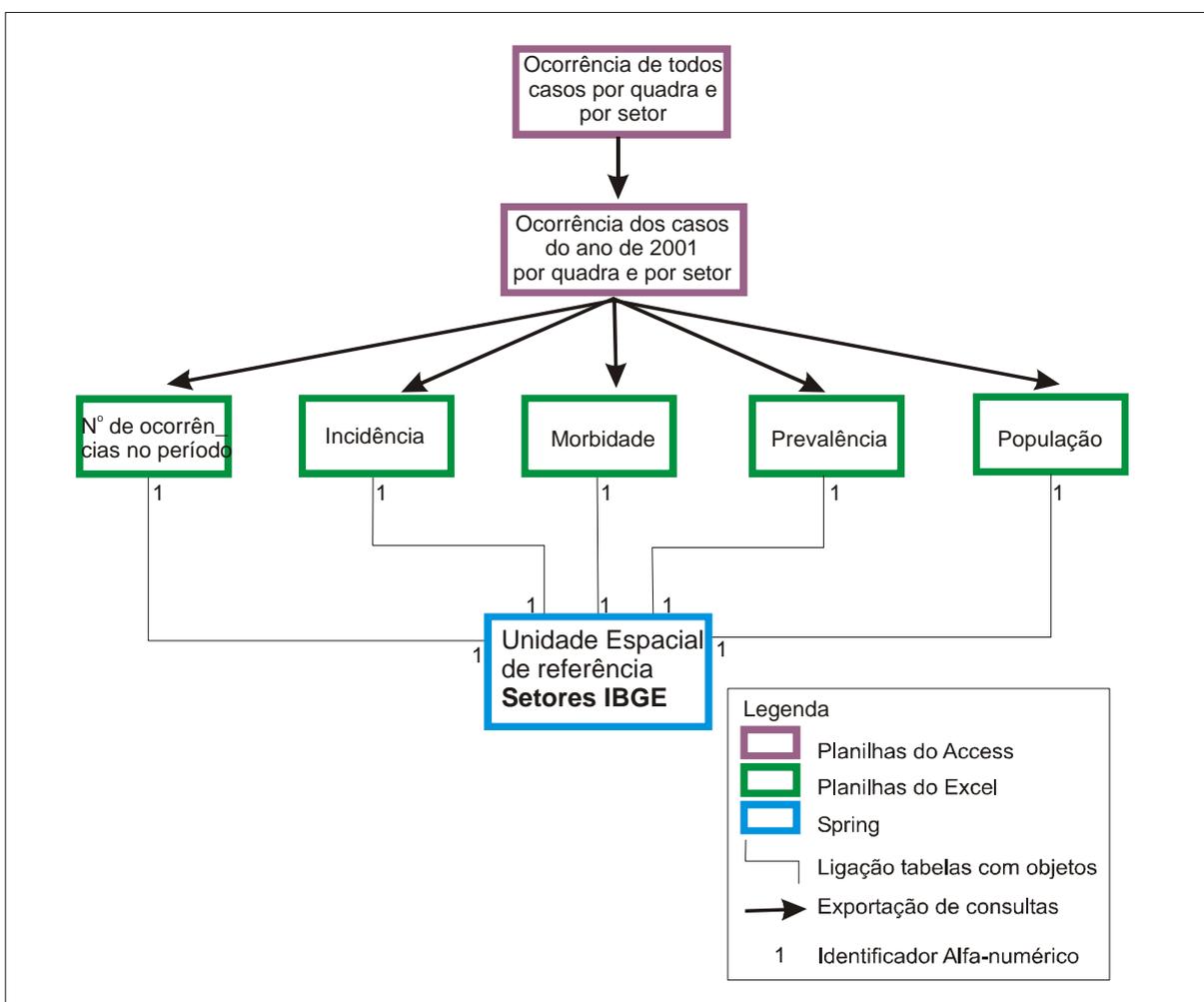


Figura 4.4. Exemplo da estrutura do processo de ligação de tabelas utilizado.

4.4. Mapeamento dos diferenciais sócio-econômicos

4.4.1. Localização geográfica dos dados setoriais

Foram utilizados os limites definidores dos setores censitários e os identificadores de cada polígono (setor), oriundo do censo 2000 (IBGE, 2000).

Estes dados, relativos à vinculação das tabelas de variáveis demográficas, originalmente apresentavam-se em formato *.shp, para ser aberto no programa Arc-View. Como neste trabalho foi utilizado o programa Spring, os dados cartográficos foram importados pelo referido programa e transformados em objetos no modelo cadastral (Figura 4.5.).

4.4.2. Dados demográficos e socioeconômicos

Os dados utilizados para o cálculo dos indicadores de desigualdades sociais na área urbana do município de Rio Claro foram obtidos através da Base de Informações do IBGE (IBGE, 2000) relativos aos dados do censo demográfico do ano de 2000.

A estruturação dos dados relativos aos indicadores sociais relacionados às condições de vida da população rio-clarense foi realizada com o programa "Access". A Figura 4.5. demonstra o processo utilizado neste trabalho.

Todas as variáveis do censo demográfico 2000 – Resultados do Universo foram consolidadas por setor censitário. Os setores censitários são classificados segundo sua situação, em urbanos e rurais. Para o trabalho utilizaram-se apenas setores na área urbana de Rio Claro.

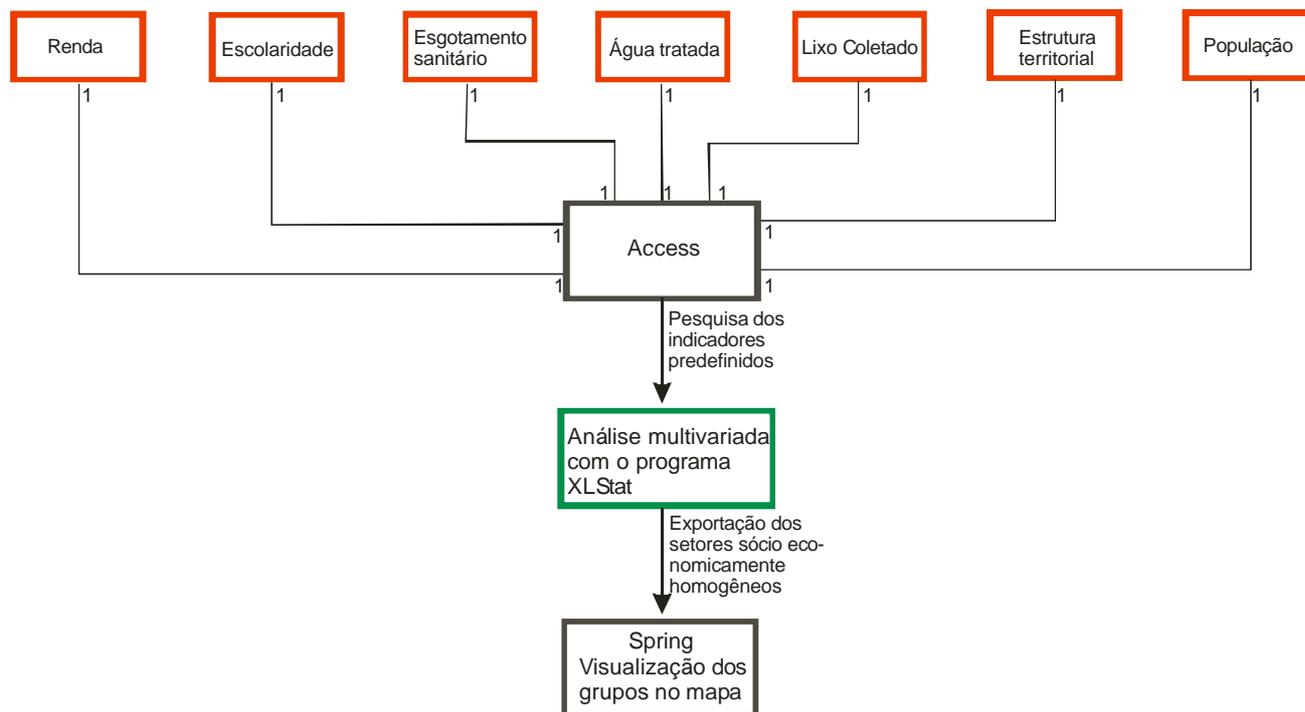


Figura 4.5. Fluxograma demonstrativo do processo de estruturação dos dados socioeconômicos.

Segundo IBGE (2000), quanto ao tipo os setores podem ser:

- Coletivos - Setores exclusivamente de habitações coletivas, como asilos, creches, quartéis, presídios, delegacias, etc. Dois setores censitários, 354390705000027 e 354390705000045 por ser classificados na classe de setores especiais: asilos, orfanatos, conventos, hospitais, etc; foram excluídos do estudo.
- Normais - Setores onde há estrutura urbana tradicional, com ruas, endereços, ainda que a propriedade do terreno eventualmente não seja bem definida.

A unidade de análise do estudo foi os setores censitários, que é a unidade territorial de controle cadastral de coleta utilizada pelo IBGE na realização do censo demográfico. Rio Claro está dividido em 197 setores, sendo que cada setor

compreende uma média de 230 domicílios. Dois setores foram excluídos do estudo por estarem classificados na categoria de asilos, orfanatos, conventos, hospitais, etc. Foram utilizados apenas setores classificados como comuns ou não especiais.

O processo de análise e seleção dos melhores representantes dos diferenciais intra-urbanos da cidade incluiu todas as categorias sócio-demográficas coletadas pelo Censo em escala Municipal por setor censitário que abrangem: características dos domicílios, em especial domicílios particulares permanentes, bem como dos seus responsáveis, e características das pessoas. O processo de categorização das áreas homogêneas quanto a Condição de Vida no município de Rio Claro obedeceu três etapas relatadas a seguir, baseado em Lacerda *et al.* (2002).

4.4.3. Seleção e categorização dos indicadores

Dentre as variáveis sócio-econômicas coletadas pelo IBGE, foram selecionadas as que melhor identificaram os diferenciais intra-urbanos da cidade, diretamente relacionadas com a qualidade de vida: saneamento básico (abastecimento de água, esgoto e destino do lixo), escolaridade e renda do chefe da família (LACERDA *et al.* 2002).

Os setores censitários foram analisados quanto aos percentuais de domicílios com presença das condições estudadas, constituindo três categorias: setor com baixa, média e alta presença da condição. As faixas percentuais que definiram as categorias foram estabelecidas segundo Horber & Ladiray (1997, *apud* LACERDA *et al.* 2002), nas quais as categorias de variáveis contêm número de elementos semelhantes, para evitar que grupos pequenos tenham maior peso na análise.

A Tabela 4.2. representa as variáveis escolhidas e as suas categorias. Foram consideradas as presenças de: abastecimento de água tratada, esgotamento sanitário ou fossa séptica e coleta de lixo regular para a caracterização das condições de saneamento.

Categorização das variáveis				
	Variáveis (presença de)	Categoria 1 (BAIXA)	Categoria 2 (MÉDIA)	Categoria 3 (ALTA)
Infra-estrutura	Água de abastecimento público	AG1: Até 30% dos domicílios	AG2: de 30 a 80 % dos domicílios	AG3: Mais de 80% dos domicílios
	Esgoto adequado	EG1: Até 50% dos domicílios	EG2: de 50 a 80 % dos domicílios	EG3: Mais de 80% dos domicílios
	Coleta de lixo	LX1: Até 50% dos domicílios	LX2: de 50 a 80 % dos domicílios	LX3: Mais de 80% dos domicílios
Escolaridade	Analfabetismo	AN1: Até 15% de analfabetos	AN2: De 15 a 50% de analfabetos	AN3: Mais de 50% de analfabetos
	Escolaridade baixa (menos de 8 anos de estudo)	EB1: Até 15% dos chefes de família	EB2: De 15 a 50% dos chefes de família	EB3: Mais de 50% dos chefes de família
	Escolaridade alta (mais de 8 anos de estudo)	EA1: Até 15% dos chefes de família	EA2: De 15 a 50% dos chefes de família	EA3: Mais de 50% dos chefes de família
Renda	Renda baixa (até 2 salários mínimos)	RB1: Até 20% dos chefes de família	RB2: De 20 a 50% dos chefes de família	RB3: Mais de 50% dos chefes de família
	Renda mediana (de 2 a 6 salários mínimos)	RM1: Até 20% dos chefes de família	RM2: De 20 a 50% dos chefes de família	RM3: Mais de 50% dos chefes de família
	Renda alta (acima de 6 salários mínimos)	RA1: Até 20% dos chefes de família	RA2: De 20 a 50% dos chefes de família	RA3: Mais de 50% dos chefes de família

Tabela 4.2. Categorização das variáveis para os dados sócio-econômicos utilizados no estudo (Fonte: Lacerda *et al.* 2002).

O analfabetismo foi categorizado em baixa, média e alta presença de analfabetos por setor, e a escolaridade em baixa escolaridade (menos de 8 anos de estudo) e escolaridade alta (mais de 8 anos de estudo). Esses parâmetros foram baseados nos estudos da Fundação Seade (1992a) e, segundo esta pesquisa, menos de 8 anos de freqüência em institutos de ensino coloca os indivíduos aí inseridos num patamar inferior ao mínimo de conhecimentos básico e elementar

exigidos pela Constituição Federal enquanto direito civil, indicando um nível inferior de acesso à informação, refletindo-se diretamente na **condição de vida**.

A condição de renda foi igualmente subdividida em três categorias: baixa, média e alta presença de domicílios, relativas às faixas até 2 salários mínimos, de 2 a 6 salários mínimos e acima de 6 salários mínimos respectivamente. Entende-se que no primeiro parâmetro encontram-se as famílias no limite da pobreza, segundo a Fundação Seade (1992b). O segundo ponto de corte foi definido a partir da análise da distribuição da variável renda, a qual indicou que o limite acima de 6 salários mínimos expressava melhor os diferenciais intra-urbanos no caso do município de Florianópolis (LACERDA *et al.* 2002).

4.4.4. Agrupamento dos setores

Para o agrupamento dos setores censitários em áreas homogêneas, utilizou-se a Análise de Correspondências Múltiplas (ACM) (LEBART *et al.*, 1984) realizada segundo o pacote estatístico XLStat 7.0 (ADDINSOFT, 2003). A análise de correspondências múltiplas é uma extensão da análise de correspondências, diferenciando-se por ser aplicada a partir de uma tabela disjuntiva, diferentemente da análise de correspondências simples que é aplicada a uma tabela de contingência, ou seja, a análise ACM utiliza-se de uma tabela com observações nas linhas e categorias das variáveis categóricas nas colunas, e as respostas das categorias são mutuamente exclusivas. Dessa forma apenas uma categoria é escolhida. Este método pode ser visto como equivalente ao da análise das componentes principais para variáveis categóricas (Lebart *et al.*, 1984). Trata-se de uma análise multivariada, que possibilita identificar relações entre variáveis nominais

e entre as suas categorias, com formação de fatores. A técnica ACM tem, sobre outras análises multivariadas, como a análise de agrupamentos, a vantagem de permitir ao pesquisador estabelecer as categorias das variáveis a partir de um modelo teórico e não da distribuição empírica dos dados. Desse modo, neste estudo, foi possível a identificação dos grupos de setores censitários homogêneos e a influência das variáveis sócio-econômicas na composição desses grupos.

A primeira parte da ACM é a construção de uma tabela disjuntiva completa, contendo as observações nas linhas e as variáveis categorizadas nas colunas (ver Tabela 4.2.). As células de observações *versus* categorias são preenchidas com 1 ou 0, demonstrando a presença ou ausência do valor de determinada categoria para cada setor censitário. Denota-se este resultado como sendo a matriz **Z** com n linhas e p colunas que descrevem a resposta de n indivíduos através de codificação binária. Através desta matriz é calculada a tabela de contingência de Burt, que é o quadrado da matriz **Z**. Através desta tabela de contingência são calculados os fatores e as respectivas coordenadas das categorias e das observações (LEBART *et al.*, 1984). A notação pormenorizada e exemplos da ACM são encontrados em Lebart *et al.* (1984).

Numa segunda etapa foi utilizada a técnica multivariada para o agrupamento por meio da “Agglomerative Hierarchical Clustering” - Classificação Hierárquica Aglomerativa (CHA) e o “K-means Clustering” ou Classificação Não Hierárquica por Partição (CNHP).

Baseado em Crivisqui (1998), foi utilizado o algoritmo de classificação hierárquica de Ward por meio da interpretação do dendrograma (CHA), baseado nas coordenadas dos planos fatoriais dos setores censitários (casos) obtidos pela ACM. Dessa maneira selecionou-se o número ótimo de classes (grupos). A composição de

cada uma das classes definidas pela técnica acima foi obtida empregando-se a CNHP, também conhecida como Média-K, baseada nas coordenadas dos planos fatoriais das variáveis obtidas pela ACM. Desta forma as análises de agrupamento puderam ser aplicadas após a análise ACM para agrupar os setores e as variáveis definidoras dos mesmos. Esta classificação de partição é um processo determinístico onde o usuário apenas indica o número de classes.

4.5. Cruzamento de informações

Foi utilizado, para efeito de análise, o cruzamento das informações de ocorrência do dengue com mapa de distâncias em relação a um geo-objeto de referência. Um mapa de distância é um tipo de análise de **proximidade** (medida de distância entre objetos, comumente medida em unidade de comprimento) que apresenta zonas com larguras especificadas (distâncias) em torno de um ou mais elementos do mapa.

A operação de tabulação cruzada permite calcular a área das interseções entre as classes de dois planos de informações (PI's) temáticos no formato **varredura** ("raster"), com **mesma resolução** horizontal e vertical, o **mesmo número de linhas e colunas** ("pixels" ou células) e compreender as mesmas coordenadas no terreno. A tabulação cruzada compara as classes de dois planos de informações, determinando a distribuição de suas interseções. Os resultados representam tabelas de duas dimensões (INPE, 2003).

A operação de tabulação cruzada foi utilizada para verificar a possível influência do cemitério público e dos grupos sócio-econômicos homogêneos na incidência dos casos da dengue na área estudada.

Para os dados de proximidade dos casos em relação ao cemitério, criou-se um radio com uma distância predefinida (“buffer”), posteriormente foi sobreposta os dados de ocorrência da dengue no interior desta área para os três períodos analisados.

Procedeu-se da mesma maneira com o cruzamento dos dados sócio-econômicos, foram sobrepostos dados de ocorrência e incidência da dengue com os grupos sócio-econômicos homogêneos, para a verificação de uma relação de causalidade entre estes grupos e a epidemia.

5. Resultados

5.1. Mapa de objetos para quadras e setores censitários

Foram editados e numerados os objetos (polígonos de quadras) de 2716 quarteirões na área urbana de Rio Claro (Figura 5.1.). Com relação aos setores censitários, editaram-se objetos para 197 setores (Figura 5.2.).

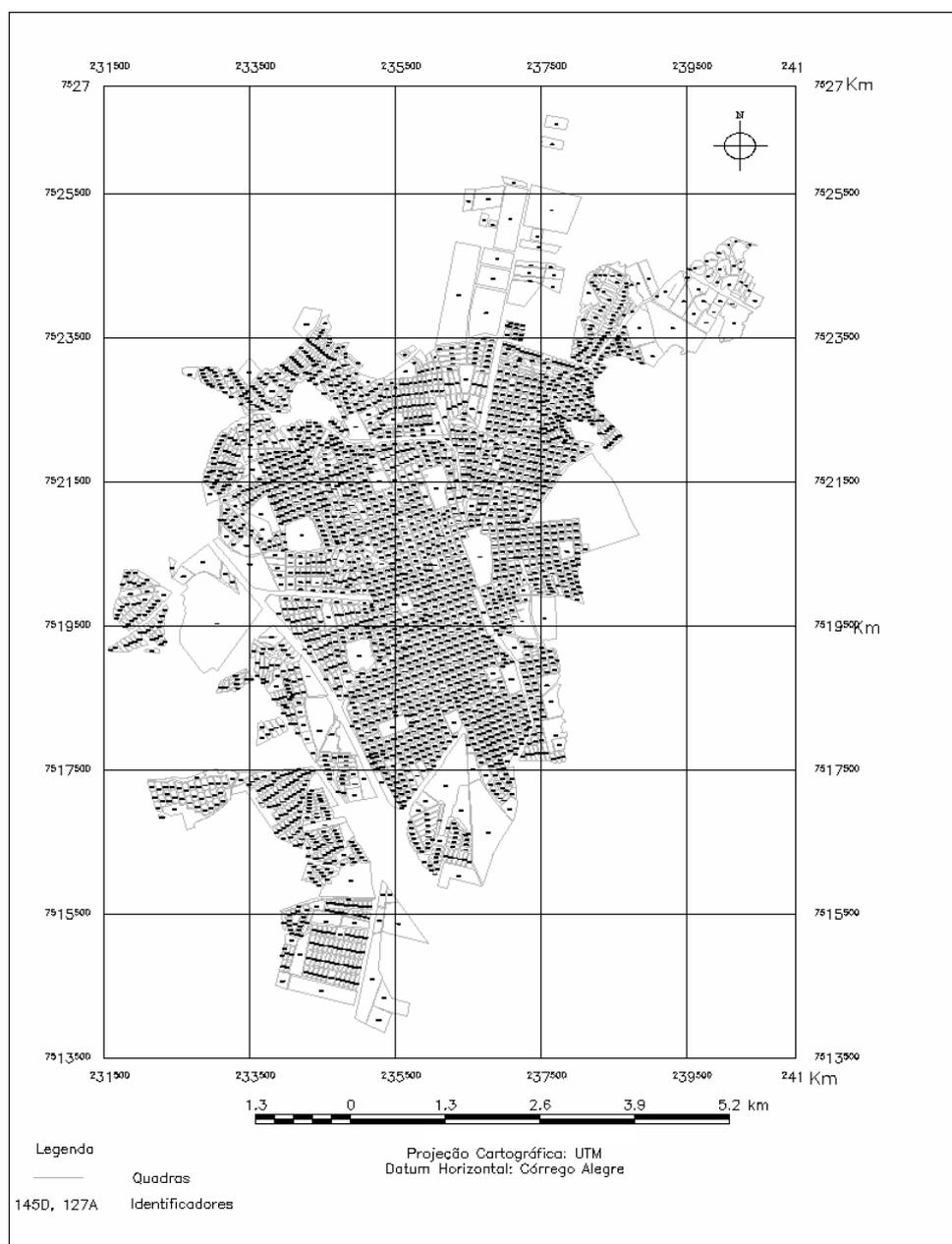


Figura 5.1. Mapa de objetos “quadras” da área urbana de Rio Claro

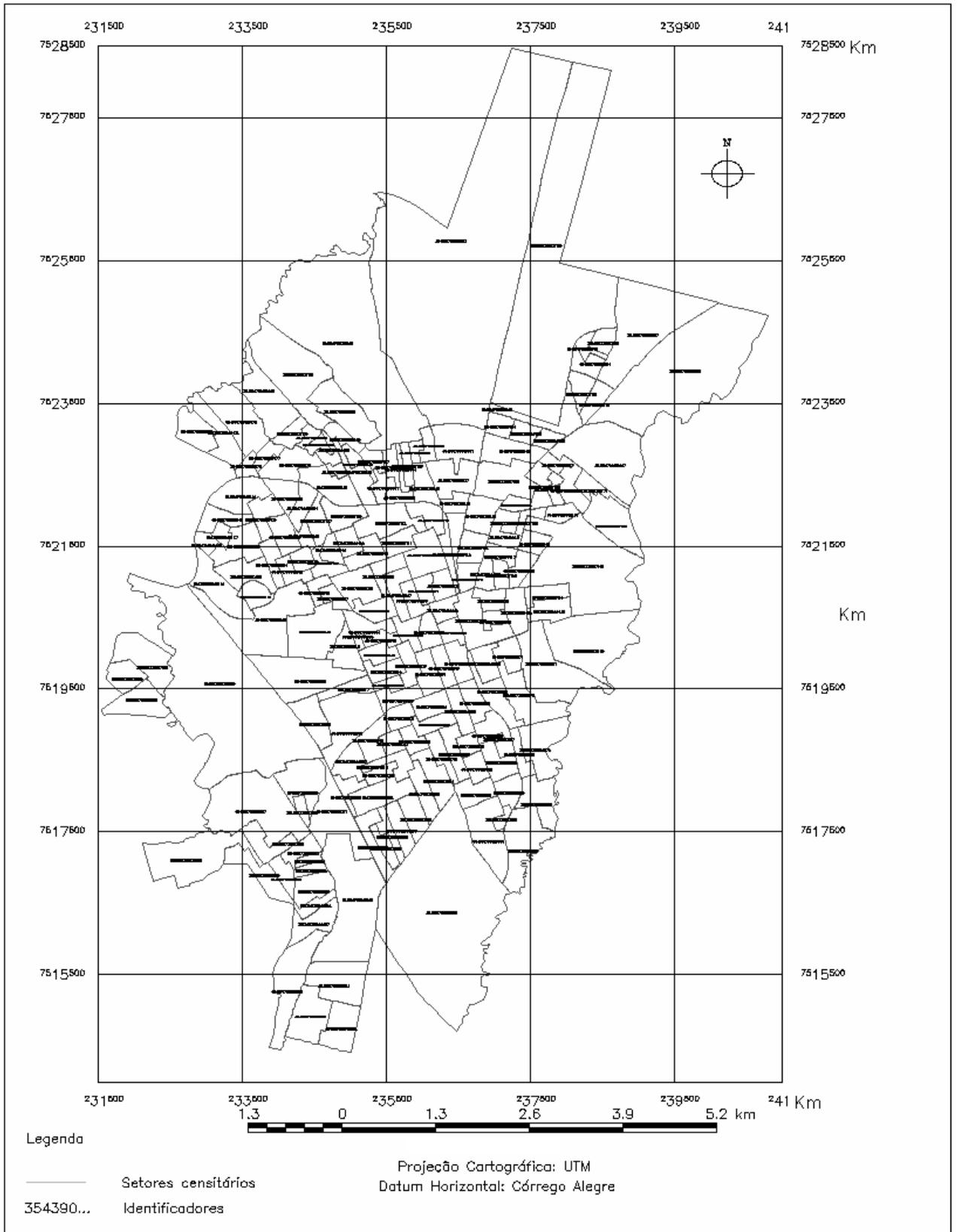


Figura 5.2. Mapa de objetos “setores censitários” da área urbana de Rio Claro

5.2. Mapeamento dos casos

5.2.1. Ocorrências dos casos por quadra

Foram gerados os mapas monotemporais de ocorrência de casos de dengue no período de 2001, 2002 e 2003, correspondentes às Figuras 5.3., 5.4. e 5.5 respectivamente para a resolução de quarteirões.

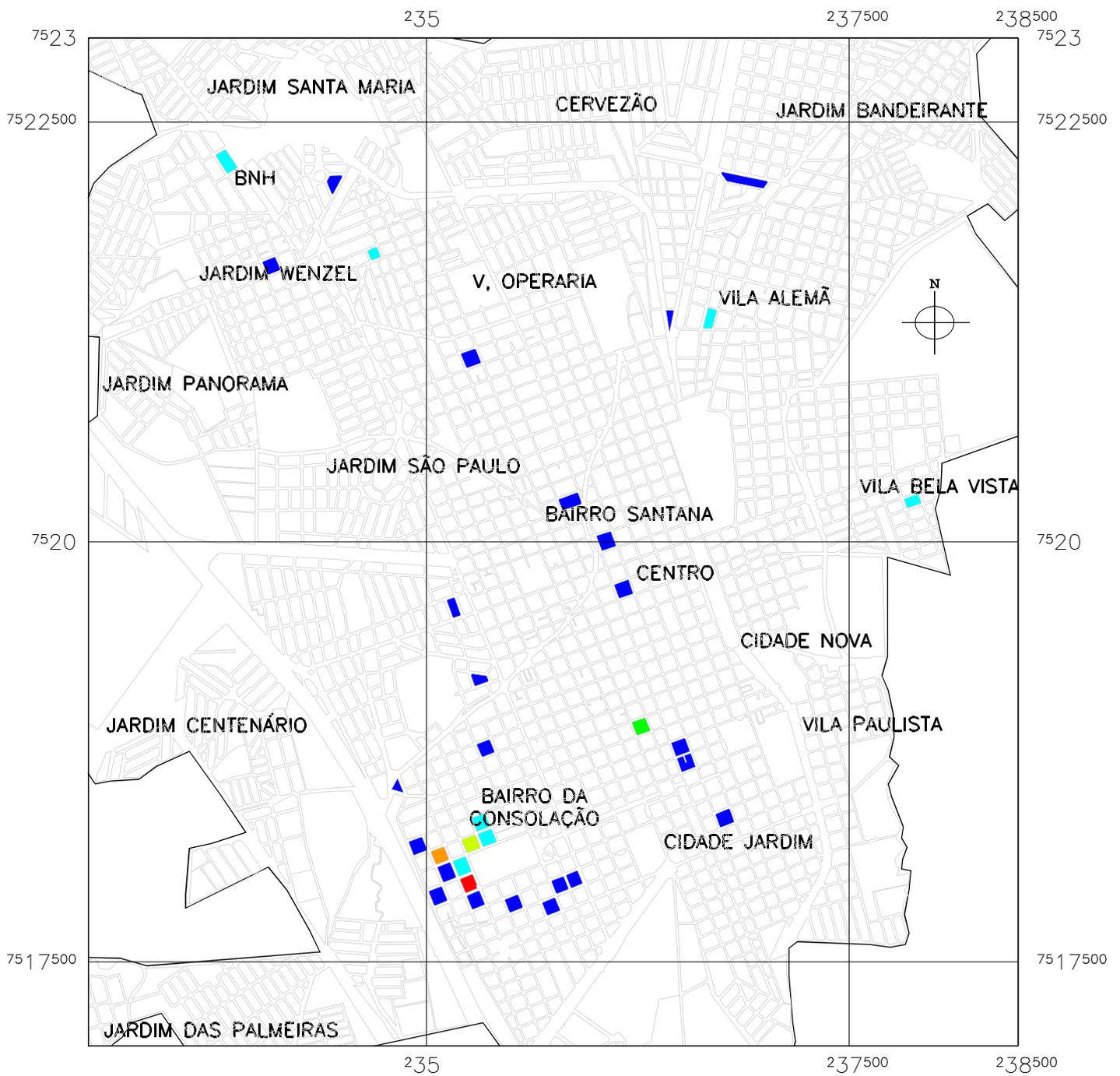
Os dados apresentados nestes mapas correspondem a 51% dos casos notificados no período de 2001-2003, pois foram georreferenciadas 418 notificações positivas à dengue de um total de 813 casos.

No período citado acima, foi registrado no município um total de 813 casos, 15 % deste total (120 casos) foi notificado para o ano de 2001; 2002 contribuiu com 73% (598 ocorrências) e o ano de 2003 com 12% do total (90 casos).

Com a análise das figuras 5.3. e 5.4., relativas à distribuição espacial dos casos nos anos de 2001 e 2002 respectivamente, pode-se observar que a maioria dos casos encontram-se na porção centro-sul da área urbana, correspondente ao Bairro da Consolação em direção ao Centro.

Verifica-se para o ano de 2002 um grande número de casos entre o cemitério público e a rodovia Washington Luís, onde encontra-se uma quadra com 15 notificações.

Foram notificados nesta região um grande número de desmanches (“ferrovelho”) que juntamente com o cemitério e com a grande circulação de pessoas, devido ao próprio cemitério e com o trevo da rodovia, possam estar colaborando para a disseminação da doença, pois, cemitérios e desmanches podem estar proporcionando bons criadouros para o mosquito.

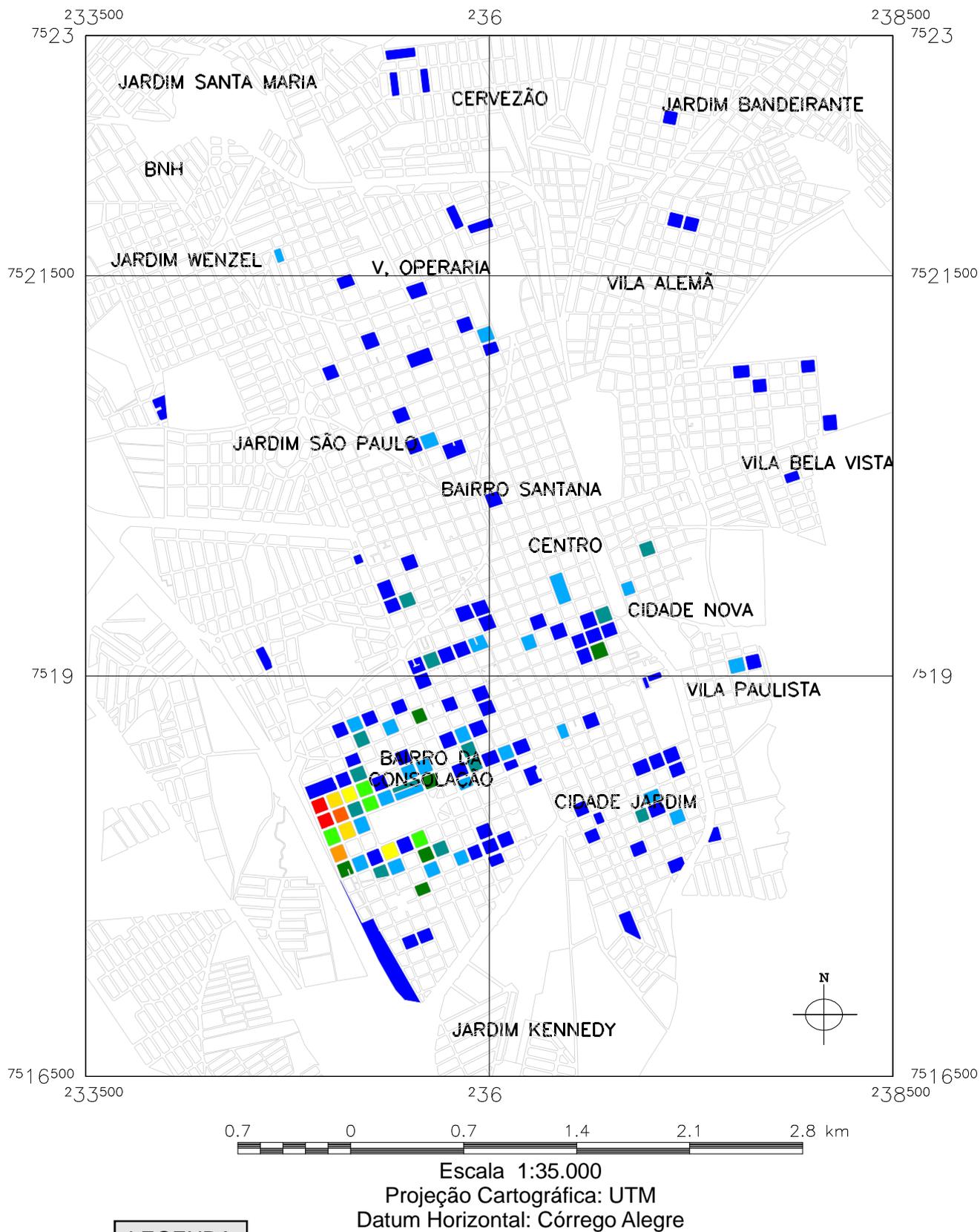


Escala 1:35.000
 Projeção Cartográfica: UTM
 Datum Horizontal: Córrego Alegre

LEGENDA



Figura 5.3. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por quadra para o ano de 2001.



LEGENDA

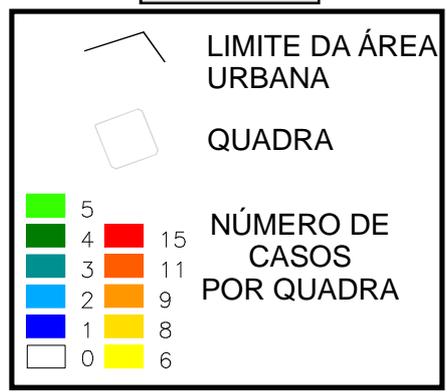
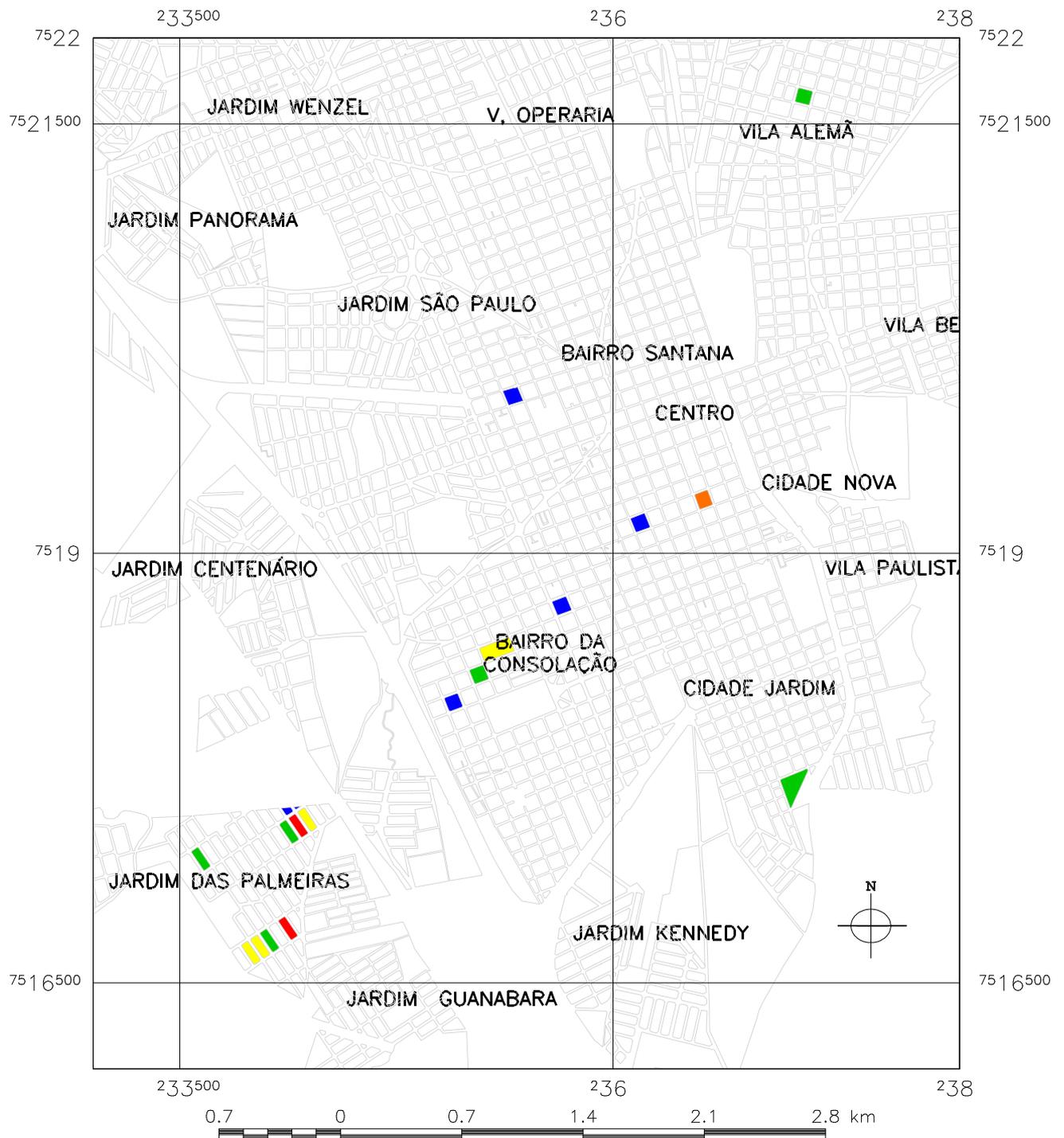


Figura 5.4. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por quadra para o ano de 2002.



0.7 0 0.7 1.4 2.1 2.8 km
 Escala 1:35.000
 Projeção Cartográfica: UTM
 Datum Horizontal: Córrego Alegre

LEGENDA

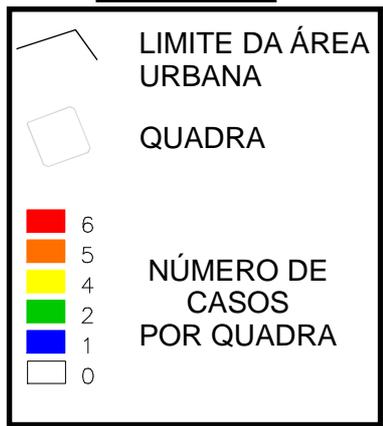


Figura 5.5. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por quadra para o ano de 2003.

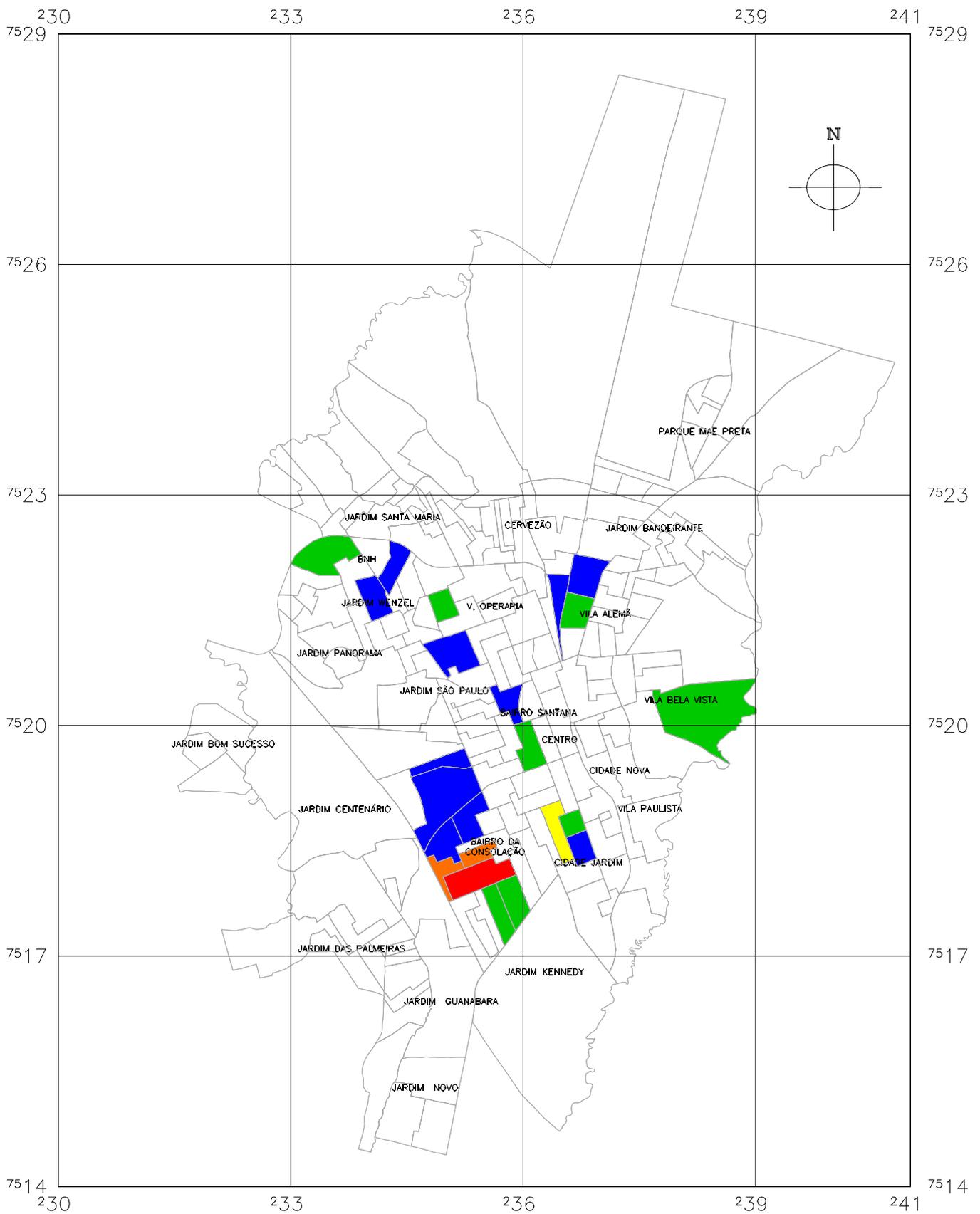
A região do Bairro da Consolação, além de possuir a maioria dos casos, também possui as quadras com maior intensidade em relação ao número de ocorrências.

As ocorrências relativas ao ano de 2003 localizam-se em sua maioria na região sudoeste da área urbana, nas proximidades do Jardim das Palmeiras e alguns casos na região do Bairro da Consolação (Figura 5.5.).

5.2.2. Ocorrências dos casos por setor censitário

Como foi descrito no sub-ítem 4.3.3., geraram-se os mapas de ocorrência do dengue para o nível de setor censitário para os anos de 2001, 2002 e 2003 os quais estão representados pelas Figuras 5.6, 5.7 e 5.8 respectivamente.

Os resultados apresentados nestes mapas não diferem em muito dos apresentados no sub-ítem 5.2.1., porém, a visualização dos dados fica facilitada devido uma maior abrangência espacial do setor censitário em relação às quadras.

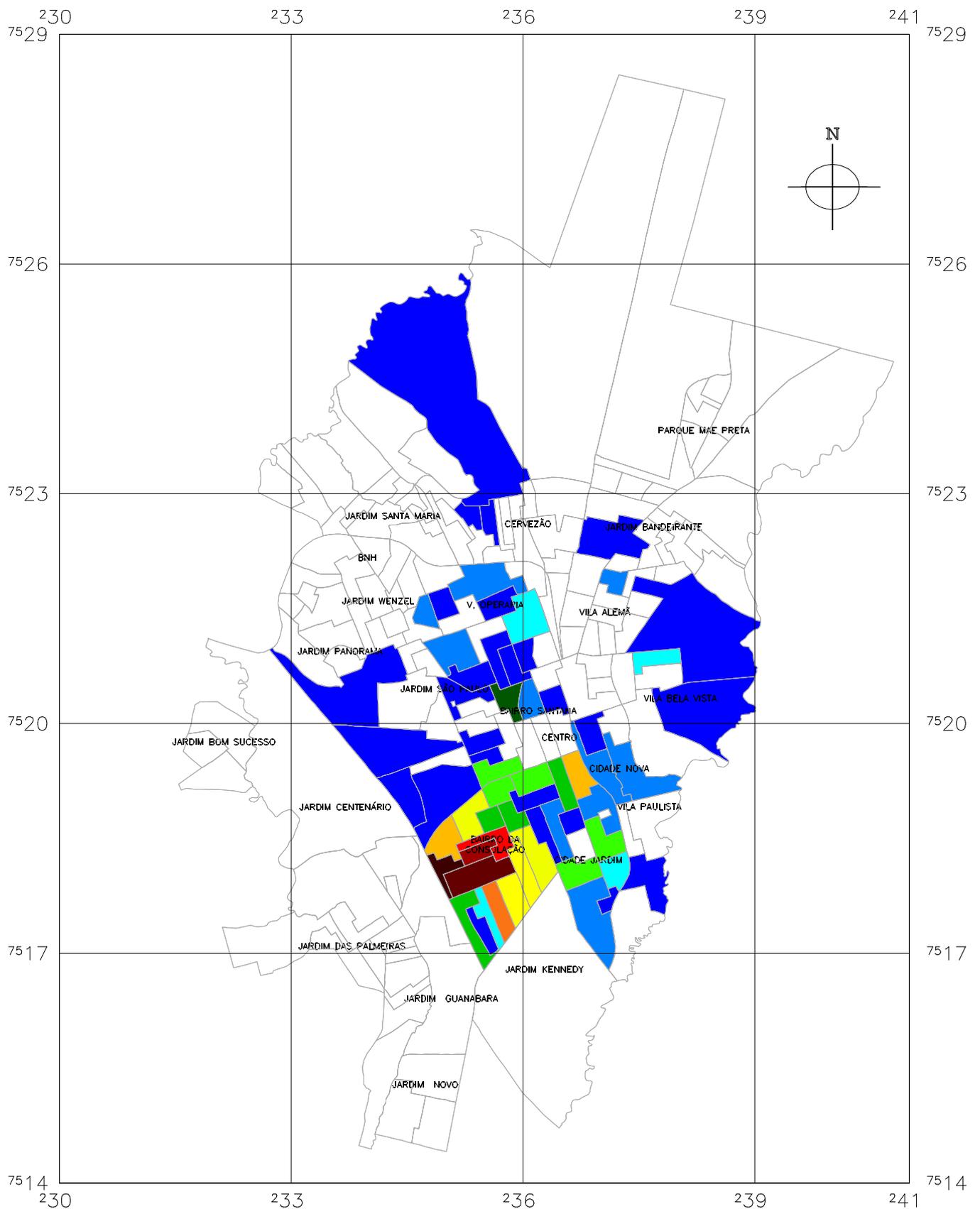


LEGENDA

	SETOR CENSITÁRIO
	13
	8
	3
	2
	1
	0
	NÚMERO DE CASOS POR SETOR CENSITÁRIO

Escala 1:70.000
 Projeção Cartográfica: UTM
 Datum Horizontal: Córrego Alegre

Figura 5.6. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por setor censitário para o ano de 2001.



1.4 0 1.4 2.8 4.2 5.6 km

Escala 1:70.000

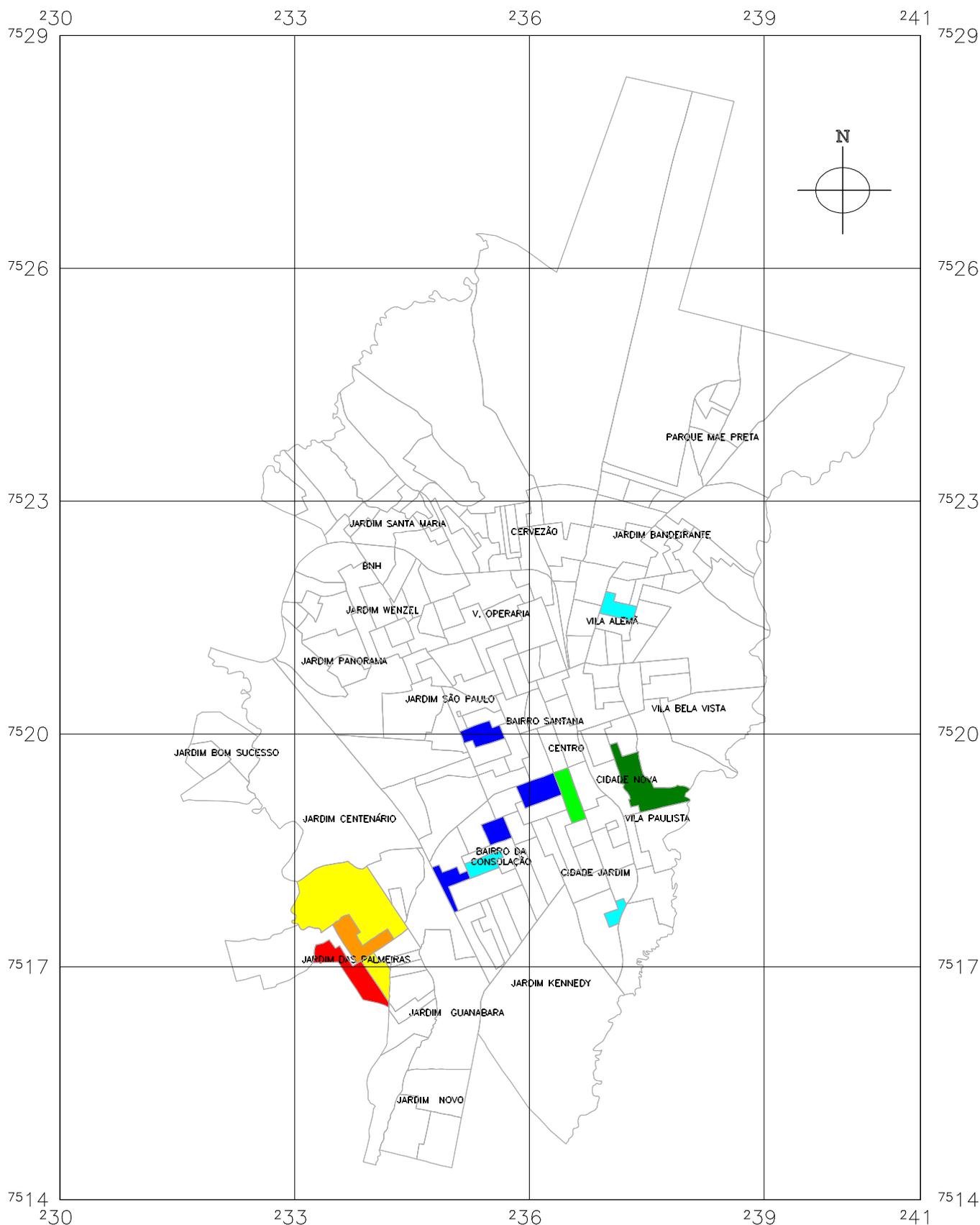
Projeção Cartográfica: UTM

Datum Horizontal: Córrego Alegre

LEGENDA

SETOR CENSITÁRIO		NÚMERO DE CASOS POR SETOR CENSITÁRIO			
	4		10		52
	3		9		44
	2		8		20
	1		6		13
	0		5		12

Figura 5.7. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por setor censitário para o ano de 2002.



LEGENDA

SETOR CENSITÁRIO	NÚMERO DE CASOS POR SETOR CENSITÁRIO
	12
	8
	6
	5
	4
	2
	1
	0

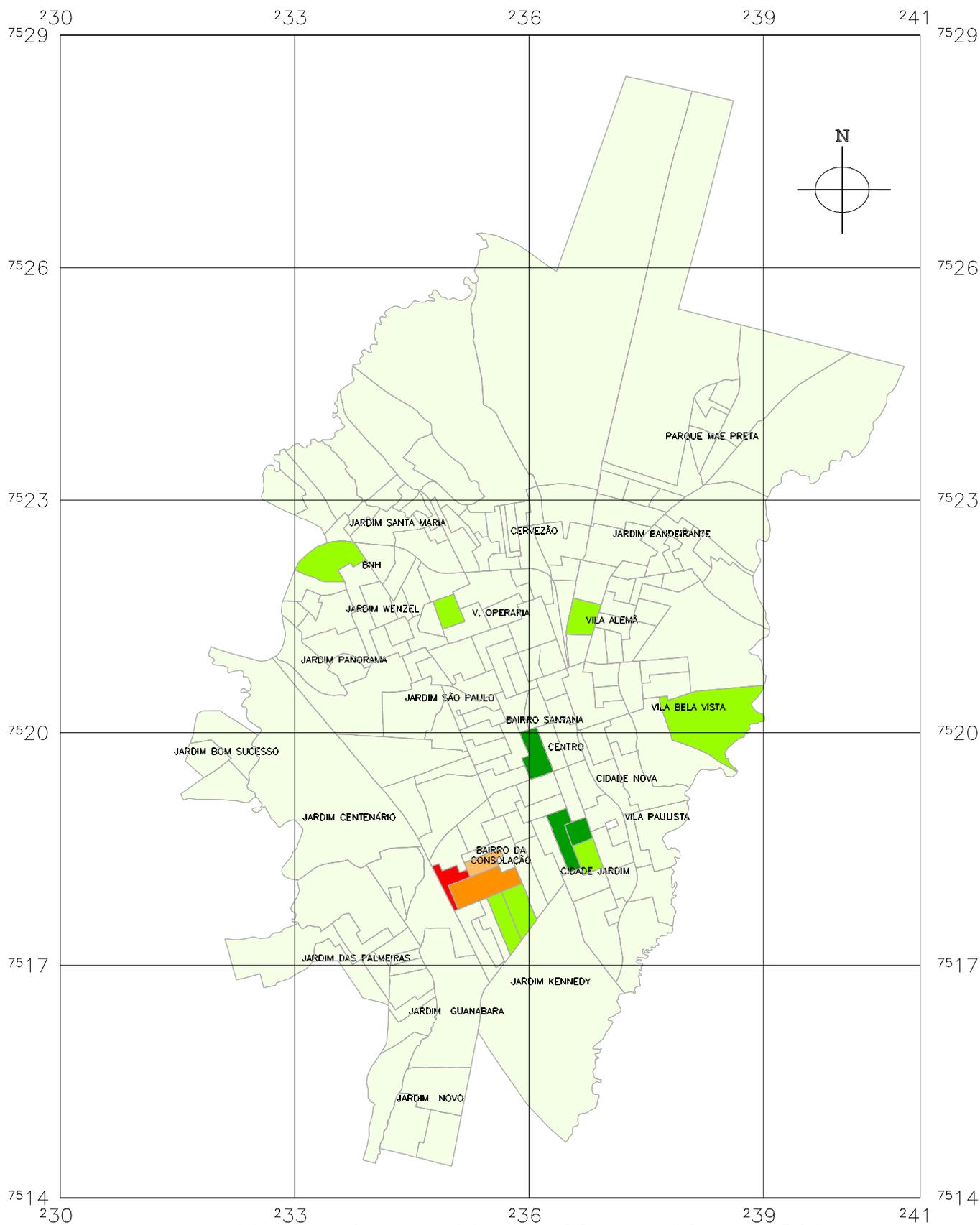
Escala 1:70.000
 Projeção Cartográfica: UTM
 Datum Horizontal: Córrego Alegre

Figura 5.8. Mapa de ocorrência dos casos de dengue por setor censitário para o ano de 2003.

5.2.3. Mapeamento da incidência da dengue baseado em modelo de objetos

O indicador epidemiológico de incidência, descrito no sub-ítem 3.1.1., foi calculado e espacializado para a resolução de setores censitários, já que os mesmos possuíam a informação de população contida em cada setor, possibilitando assim o cálculo das taxas de incidência e prevalência do dengue para cada setor. O município de Rio Claro possui aproximadamente 161.000 habitantes distribuídos em 197 setores censitários (IBGE, 2000).

As figuras 5.9., 5.10. e 5.11., representam os mapas de incidência do dengue para o período de 2001, 2002 e 2003 respectivamente.



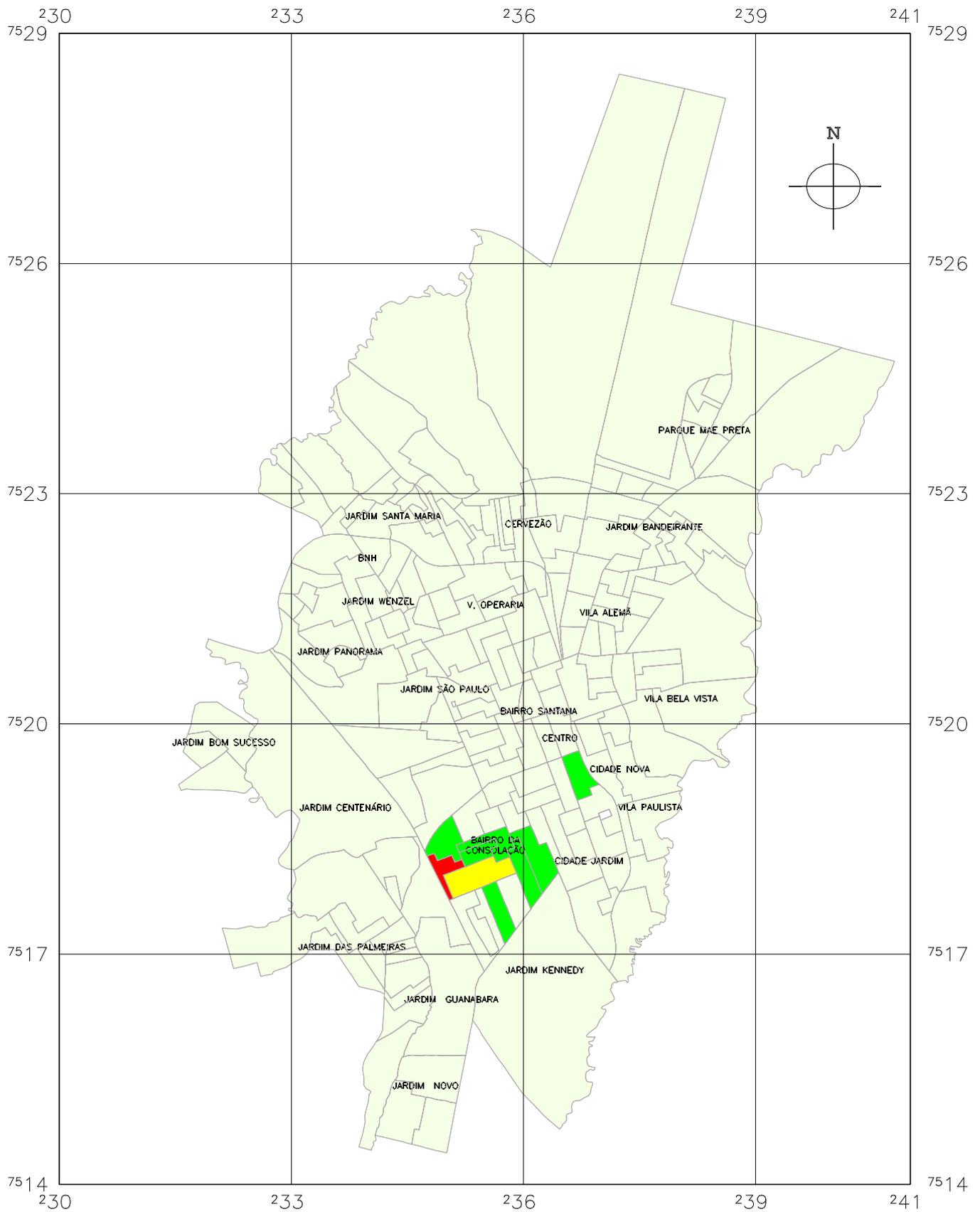
LEGENDA

SETOR CENSITÁRIO	TAXA DE INCIDÊNCIA DA DENGUE (CASOS POR 10 MIL HAB.)
[Red]	[106 ~ 123]
[Orange]	[89 ~ 105]
[Light Orange]	[72 ~ 88]
[Yellow]	[54 ~ 71]
[Green]	[36 ~ 53]
[Light Green]	[18 ~ 35]
[White]	[0 ~ 17]

Escala 1:70.000

Projeção Cartográfica: UTM
Datum Horizontal: Córrego Alegre

Figura 5.9. Mapa da incidência da dengue para o ano de 2001.



LEGENDA

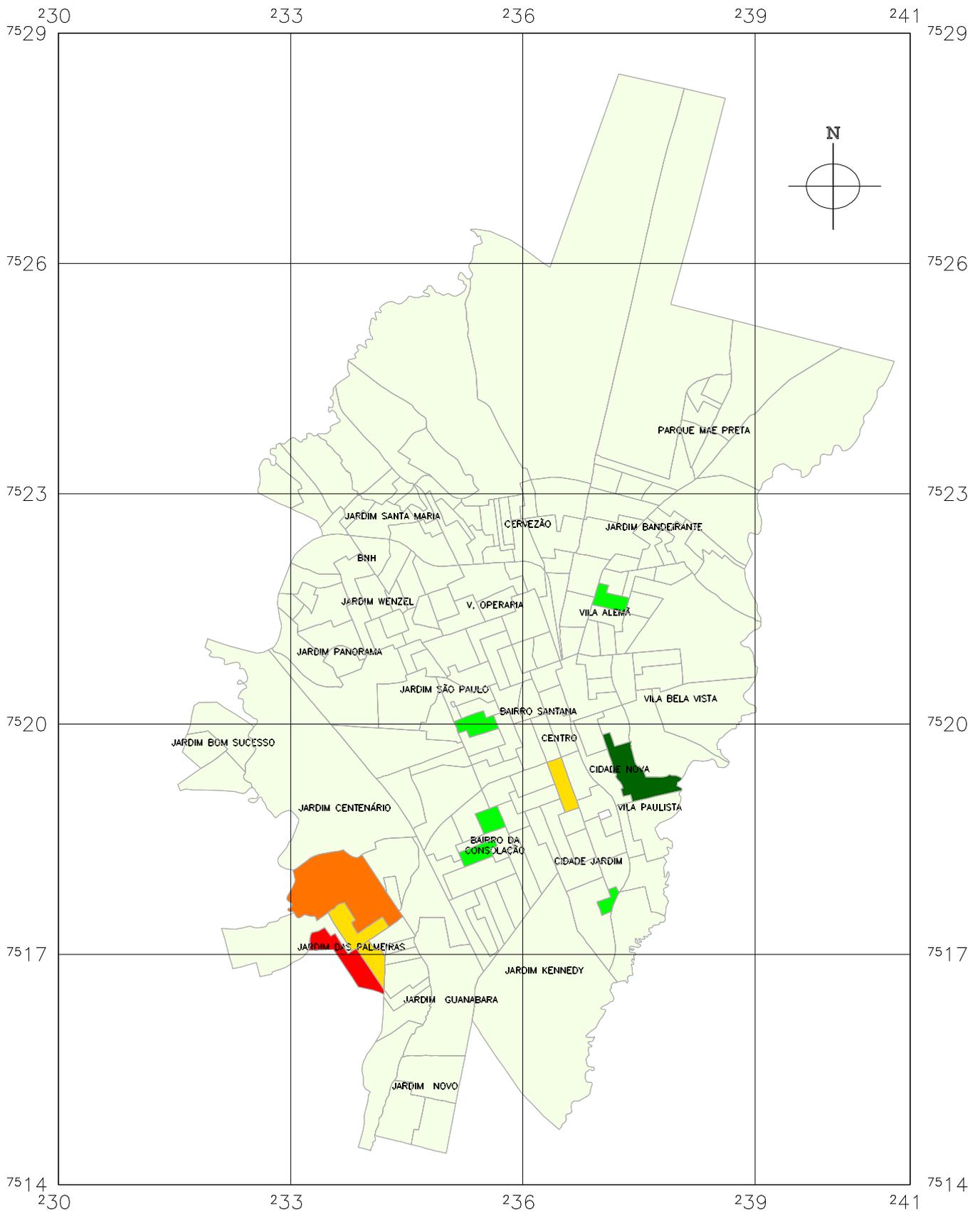
SETOR CENSITÁRIO	
	[684 ~ 798]
	[570 ~ 683]
	[456 ~ 569]
	[342 ~ 455]
	[228 ~ 341]
	[114 ~ 227]
	[0 ~ 113]
TAXA DE INCIDÊNCIA DA DENGUE (CASOS POR 10 MIL HAB.)	

1.4 0 1.4 2.8 4.2 5.6 km

Escala 1:70.000

Projeção Cartográfica: UTM
Datum Horizontal: Córrego Alegre

Figura 5.10. Mapa da incidência da dengue para o ano de 2002.



LEGENDA

SETOR CENSITÁRIO	
	[102 ~ 119]
	[85 ~ 101]
	[68 ~ 84]
	[51 ~ 67]
	[34 ~ 50]
	[17 ~ 33]
	[0 ~ 16]

TAXA DE INCIDÊNCIA DA DENGUE (CASOS POR 10 MIL HAB.)

Escala 1:70.000
 Projeção Cartográfica: UTM
 Datum Horizontal: Córrego Alegre

Figura 5.11. Mapa da incidência da dengue para o ano de 2003.

Com a análise das figuras acima, verifica-se claramente um aumento da incidência da dengue na zona sudoeste da cidade de Rio Claro para o ano de 2003. Verifica-se também a alta prevalência da dengue nas proximidades do bairro da Consolação entre os anos de 2001 e 2002.

A abrangência da epidemia para o ano de 2002 foi a maior dentre os anos analisados (Figura 5.4.), tal verificação não pôde ser observada pelo mapa de incidência da dengue em 2002, devido à generalização decorrente do método de agrupamento adotado.

5.3. Mapeamento dos diferenciais intra-urbanos

O município de Rio Claro apresentou 199 setores censitários, foram excluídos da análise 2 setores caracterizados como zonas especiais (asilos, orfanatos, conventos, hospitais, etc).

A partir dos dados brutos oriundos do Censo do IBGE, montou-se uma tabela com base nas variáveis definidas na tabela 4.2., em termos de porcentagem de presença de condições de acesso à infra-estrutura, escolaridade e renda. A tabela 5.1. mostra um exemplo do tipo de tabela de entrada para a realização da Análise de Correspondências Múltiplas.

Setor IBGE	% Dom/ com agua tratada	% Chefes c/ baixa escola/	% Chefes c/ alta renda
1	100	10	78
2	97	22	75
3	100	30	68
4	100	15	78
5	99	10	64
6	97	25	68
7	98	15	81
8	98	20	78
9	100	30	87
10	100	25	80
11	49	64	34
12	41	64	45
13	35	68	40
14	22	59	40
15	10	58	57
16	10	65	48
17	47	40	14
18	52	47	19
19	17	44	10
20	34	45	15

Tabela 5.1. Exemplo da transformação dos dados brutos do censo IBGE em porcentagem.

A partir desta tabela, realizou-se a categorização da mesma de acordo com as categorias das variáveis definidas na tabela 4.2. Utilizando-se ainda do exemplo hipotético acima, verifica-se na tabela 5.2., a transformação ou categorização dos dados.

Verifica-se uma terceira redução dos dados com este processo, ou seja, a partir dos dados brutos, como número de residências com determinada condição, ou número de chefes de família com determinada escolaridade, transformaram-nos em porcentagens e depois foram categorizados.

Para o cálculo dos autovalores e autovetores desta matriz, há uma transformação dos dados em uma tabela disjuntiva completa, ou seja, uma tabela onde várias “respostas” das categorias são mutuamente exclusivas, onde apenas uma categoria é escolhida (LEBART *et al.*, 1984), no caso deste trabalho, apenas

duas “respostas” foram possíveis, ou seja, a presença (1) ou ausência (0) de determinada condição (Tabela 5.3.).

Setor IBGE	Agua	BEsc	ARend
1	AG3	EB1	RA3
2	AG3	EB2	RA3
3	AG3	EB2	RA3
4	AG3	EB2	RA3
5	AG3	EB1	RA3
6	AG3	EB2	RA3
7	AG3	EB1	RA3
8	AG3	EB2	RA3
9	AG3	EB2	RA3
10	AG3	EB2	RA3
11	AG2	EB3	RA2
12	AG2	EB3	RA2
13	AG2	EB3	RA2
14	AG2	EB3	RA2
15	AG2	EB3	RA2
16	AG1	EB3	RA2
17	AG2	EB2	RA1
18	AG2	EB2	RA1
19	AG1	EB2	RA1
20	AG2	EB2	RA1

Tabela 5.2. Exemplo da categorização dos dados sócio-econômicos a partir das categorias das variáveis definidas na tabela 4.2.

Com a Análise de Correspondências Múltiplas (ACM), verificou-se homogeneidade entre alguns setores em relação às categorias definidas na Tabela 4.2., desta forma, os setores foram condensados em 23 grupos distintos, ou seja, 23 diferentes resultados das classes das variáveis para os 197 setores analisados (Tabela 5.4.).

A comparação entre os 23 grupos de setores censitários foi feita com base nos dois primeiros fatores obtidos pela ACM por meio do cálculo de distâncias euclidianas entre os pontos no espaço bidimensional (referentes aos 2 primeiros eixos fatoriais). Para que os setores fossem agrupados, utilizou-se primeiramente a CHA (método de Ward) onde foram agrupados 3 grupos “ótimos” de setores (Figura

5.12.). Para esta classificação, foram utilizadas as coordenadas das observações (F1 e F2) oriundas da ACM.

Setor IBGE	AG1	AG2	AG3	EB1	EB2	EB3	RA1	RA2	RA3
1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	1	0	0	0	1
3	0	0	1	0	1	0	0	0	1
4	0	0	1	0	1	0	0	0	1
5	0	0	1	1	0	0	0	0	1
6	0	0	1	0	1	0	0	0	1
7	0	0	1	1	0	0	0	0	1
8	0	0	1	0	1	0	0	0	1
9	0	0	1	0	1	0	0	0	1
10	0	0	1	0	1	0	0	0	1
11	0	1	0	0	0	1	0	1	0
12	0	1	0	0	0	1	0	1	0
13	0	1	0	0	0	1	0	1	0
14	0	1	0	0	0	1	0	1	0
15	0	1	0	0	0	1	0	1	0
16	1	0	0	0	0	1	0	1	0
17	0	1	0	0	1	0	1	0	0
18	0	1	0	0	1	0	1	0	0
19	1	0	0	0	1	0	1	0	0
20	0	1	0	0	1	0	1	0	0

Tabela 5.3. Tabela disjuntiva completa oriunda da categorização da tabela 5.2.

Grupos de setores	Setores censitários								
1	86	98	99	100	180				
2	182	187							
3	64	87	96	152	153	154	156	178	
4	181								
5	83	122	148	155	176	174			
6	101	196							
7	88	123	131	147	157	173	175		
8	129								
9	82	84	90	102	150	171	172	188	
10	149								
11	37	134							
12	89	103	132	135	158	159	167	168	170
13	95	179	184	195					
14	3	10	11	12	13	14	33	34	35
	36	43	46	47	53	57	59	60	49
	65	66	67	72	73	80	79	77	114
	115	116	117	81	119	124	125	126	127
	92	85	97	105	136	143	151	142	166
	165	160	144	183	169	187	186	185	189
	182	193	94	130	133	128	104	93	
15	91								
16	113	58							
17	22	51	52	48	75	78	106	191	197
	118	138							
18	18								
19	15	21	24	44	50	68	69	71	74
	107	108	110	139	141				
20	76								
21	19	194							
22	4	5	6	9	20	23	25	26	29
	30	32	38	39	40	42	54	61	70
	62	109	120	121	137	111	140	145	146
	161	163	164	190					
23	1	2	7	8	16	17	28	31	41
	55	63	56	112	162				

Tabela 5.4. Composição dos grupos de setores censitários homogêneos em relação às categorias descritas na tabela 3.1. (Fonte: Dados da pesquisa).

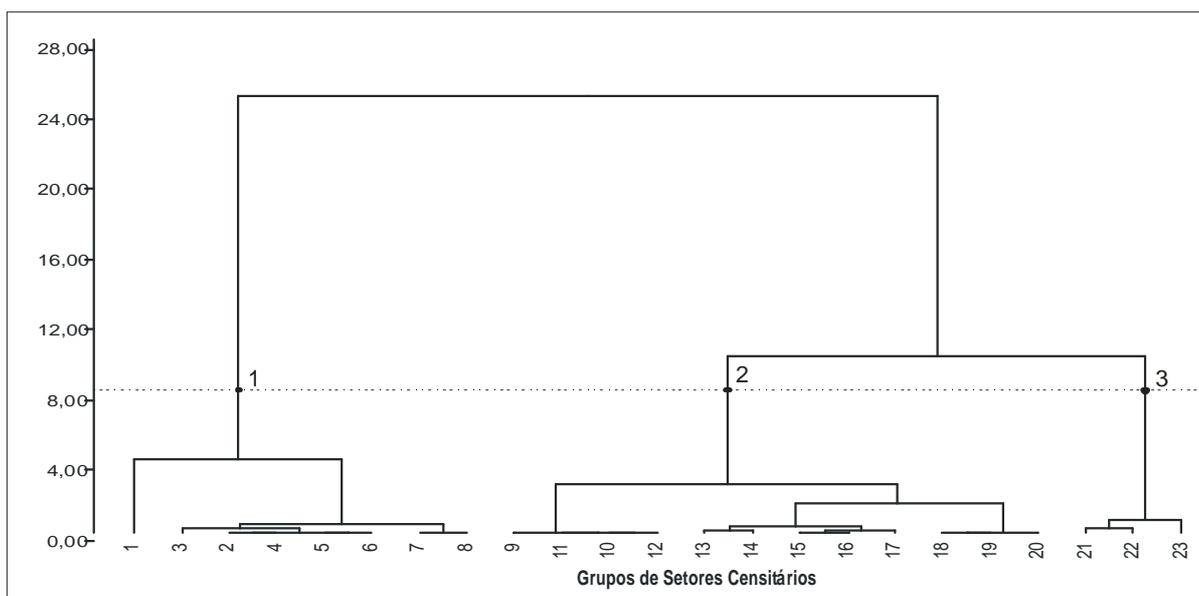


Figura 5.12. Dendrograma relativo às coordenadas fatoriais dos grupos de setores censitários com a formação de 3 grupos distintos (Fonte: Dados da pesquisa).

Definiu-se 3 grupos de setores censitários, baseado no dendrograma acima, deste modo, aplicou-se a Classificação não Hierárquica de Partição (CNHP) para a alocação dos casos e das variáveis em 3 grupos, utilizando-se dos dados dos planos fatoriais da ACM.

A Tabela 5.5. mostra a composição dos grupos de setores censitários e a Tabela 5.3., as variáveis definidoras dos 3 grupos pela CNHP.

Grupo	Grupo de Setores Censitários							
1	9 17	10	11	12	13	14	15	16
2	18	19	20	21	22	23		
3	1	2	3	4	5	6	7	8

Tabela 5.5. Composição dos grupos de setores censitários por grupo obtido pela CNHP.

Descrição das variáveis definidoras de grupos	
Grupo	Definição
1	AN1 - Baixa presença de analfabetos; EB3 - Alta presença de escolaridade baixa; EA2 - Média presença de escolaridade alta; RB2 - Média presença de chefes de família com renda baixa; RM2 - Média presença de chefes de família com renda mediana; RM3 - Alta presença de chefes de família com renda média; RA2 - Média presença de chefes de família com renda alta
2	EB2 - Média presença de escolaridade baixa; EA3 - Alta presença de escolaridade alta; RB1 - Baixa presença de chefes de família com renda baixa; RM1 - Baixa presença de chefes de família com renda mediana; RA3 - Alta presença de chefes de família com renda alta
3	AN2 - Mediana presença de analfabetos; EA1 - Baixa presença de escolaridade alta; RB3 - Alta presença de chefes de família com renda baixa; RA1 - Baixa presença de chefes de família com renda alta

Tabela 5.6. Descrição das variáveis definidoras dos 3 grupos obtidos pela CNHP.

Um outro modo de visualização dos dados acima descritos é pelo resultado dos planos fatoriais oriundos da ACM com a delimitação dos grupos obtidos pelos processos de agrupamento (Figura 5.13.).

Com a análise da Tabela 5.6., pode-se observar que o grupo 2 é o que apresenta os melhores índices de escolaridade e elevado percentual de renda do chefe de família acima de 6 salários mínimos; o grupo 3 é que apresenta as piores

condições sócio-econômicas dentre os três grupos, pois apresenta considerável percentual de analfabetos (15 a 50%), alta presença de chefes de família com rendimento abaixo de 2 salários mínimos; o grupo 1 apresenta condições medianas de renda e escolaridade.

A partir deste agrupamento foram identificados os setores que compunham cada grupo e foi realizado o mapeamento temático com a distribuição dos grupos na área urbana do município (Figura 5.14.).

Aproximadamente 50% dos setores censitários apresentam-se no grupo 1, distribuídos nas zonas norte, sul e leste do município; Cerca de 32% dos setores encontram-se na zona de melhores condições sócio-econômicas (grupo 2) distribuídos principalmente na região centro-sul e leste e 16% dos setores, distribuídos majoritariamente na zona oeste, encontram-se no grupo 3, com as piores condições dentre os grupos analisados.

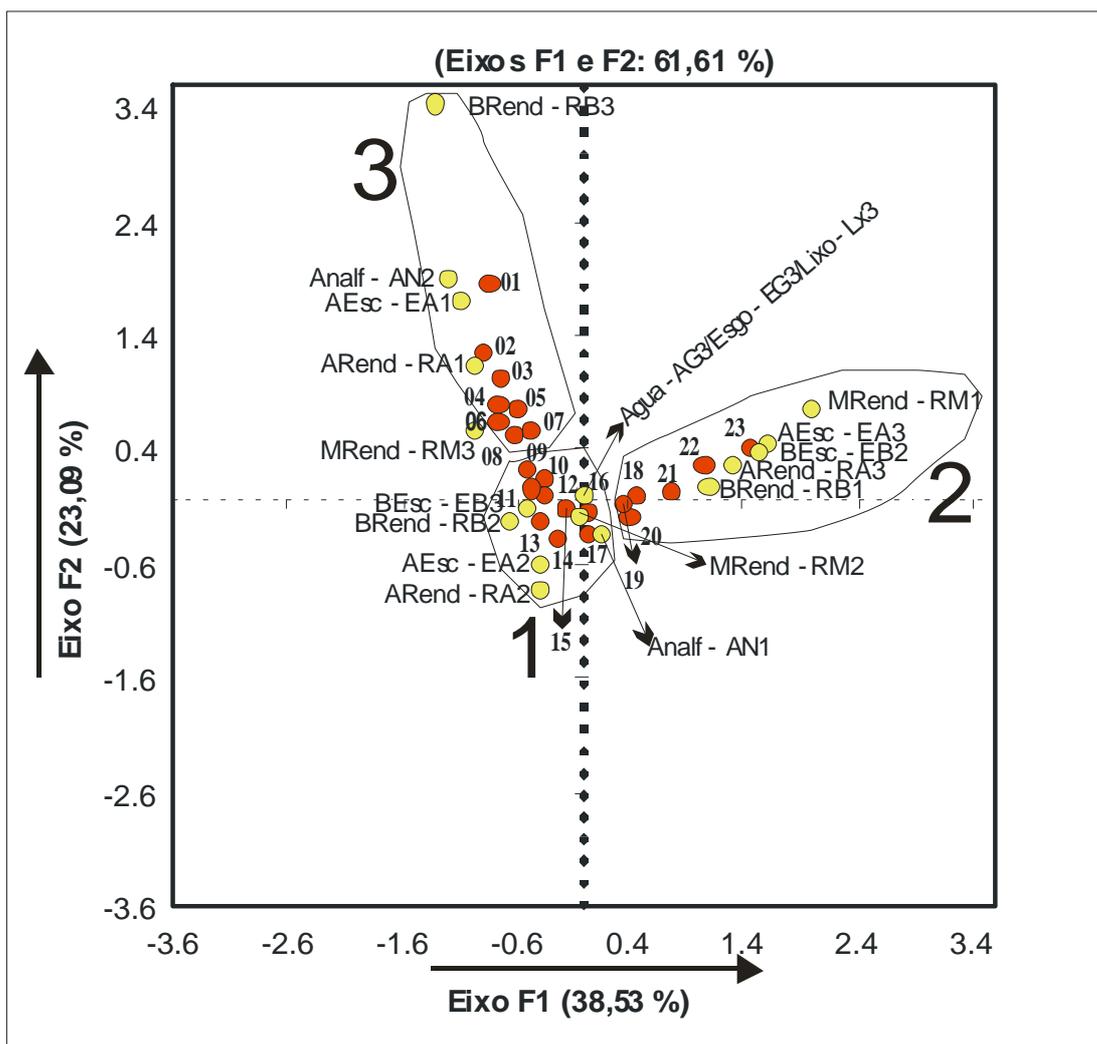
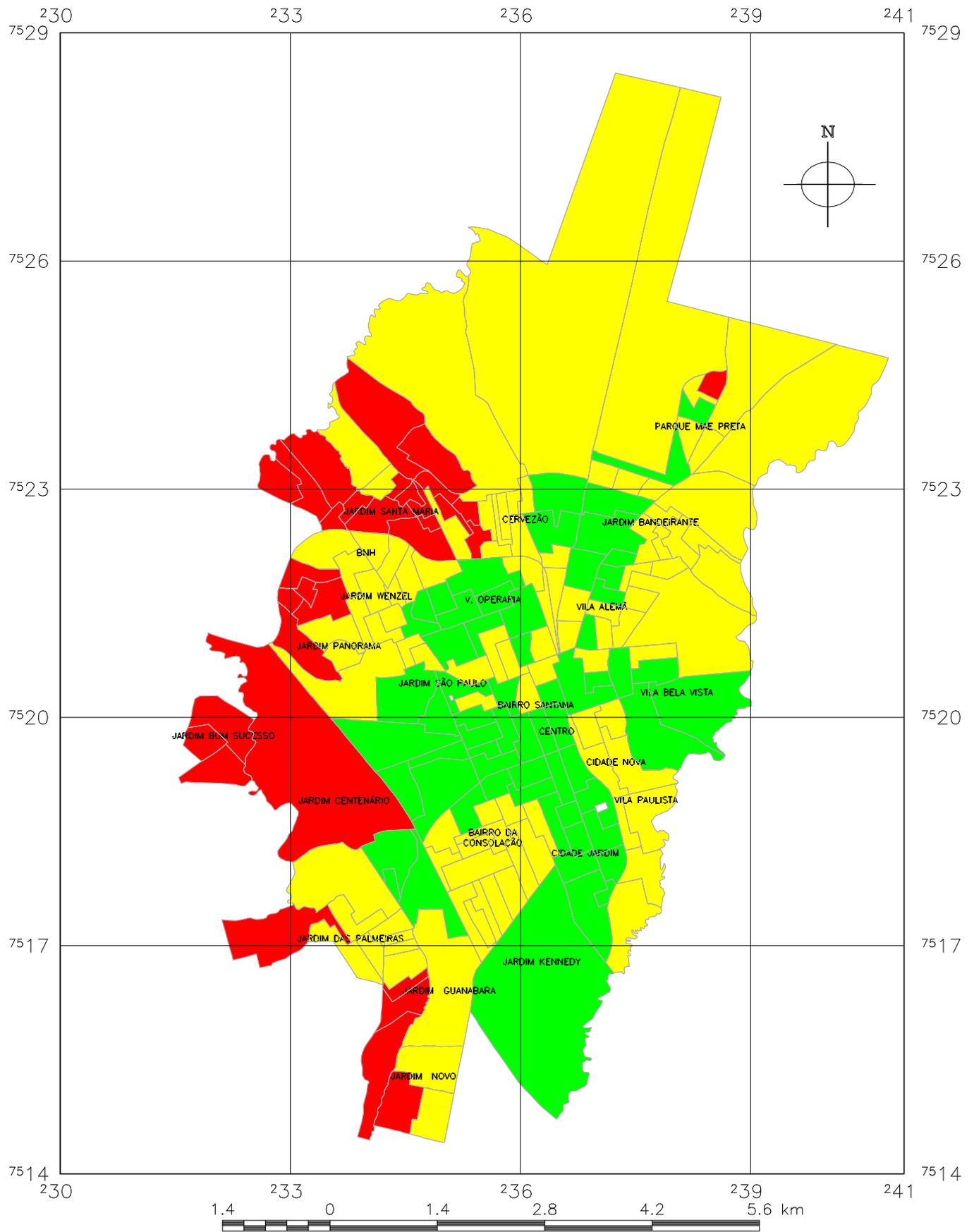


Figura 5.13. Planos Fatoriais de grupos de setores (círculo vermelho) versus variáveis (círculo amarelo) obtido pela ACM com a delimitação dos 3 grupos.

Os resultados relativos ao percentual da população para cada grupo acompanha aproximadamente os dados para setores, 54% da população encontra-se no grupo 1; 28% no grupo 2 e 18% no grupo 3.

Rio Claro caracteriza-se por não apresentar grandes áreas de pobreza, os dados acima descritos reforçam esta afirmativa, apenas 18% dos municípios encontram-se em áreas com piores condições. Condições medianas de renda e escolaridade imperam para mais da metade da população (54% do total).



Escala 1:70.000
 Projeção Cartográfica: UTM
 Datum Horizontal: Córrego Alegre

LEGENDA

	SETOR CENSITÁRIO
	Grupo 3 (piores condições)
	Grupo 2 (melhores condições)
	Grupo 1 (condições medianas)
	GRUPOS HOMOGÊNEOS

Figura 5.14. Mapa temático dos grupos sócio-economicamente homogêneos de Rio Claro.

É importante salientar ainda que 100% dos setores analisados pelo IBGE possuem excelentes condições de saneamento, com a totalidade de acesso ao sistema de abastecimento de água, esgoto e coleta de lixo. Estas 3 variáveis não influenciaram no resultado; como pode ser visto na Figura 4.13, as mesmas estão posicionadas na coordenadas (0,0).

A região central e parte da região sul apresentam as melhores condições de vida: Cidade Jardim, Bela Vista, Centro e Santana. A zona oeste, que apresenta as piores condições, compreende os bairros: Jardim Bom Sucesso, Jardim Novo, Jardim Nova Rio Claro, Boa Vista entre outros, e o grupo 1, que representa as condições medianas, distribuí-se por quase toda área urbana e foi composto pelos bairros: Cherveson, São Miguel, Vila Paulista, Bairro da Consolação, Vila Nova, Vila Alemã dentre outros.

5.4. Cruzamento de Informações

5.4.1. Cemitério São João Batista vs. casos georreferenciados

Para a verificação de possíveis efeitos do cemitério público (São João Batista) e dos grupos sócio-economicamente homogêneos, na incidência da dengue, realizou-se os cruzamentos de informações.

Utilizou-se uma faixa de distância de 500 metros ao redor do cemitério São João Batista (Bairro Consolação) e contou-se o número de casos de dengue dentro desta área para o período estudado. Embora as fêmeas de *Aedes aegypti* normalmente não voarem mais que cem metros, caso não existam criadouros

apropriados no local, elas podem aumentar seu raio de dispersão a procura de local para por seus ovos (TRPIS *et al.* 1995).

No ano de 2001, para os 58 casos notificados e devidamente georreferenciados, 40 casos (69%) estavam nas proximidades do cemitério público.

Dos 299 casos notificados em 2002, 161 (54% do total) estava presente até a distância de 500m do cemitério público. A correlação para o ano de 2003 foi menor, porém não desprezível, dos 51 casos georreferenciados, 8 (15% do total) ocorreram nas cercanias do cemitério.

5.4.2. Grupos sócio-economicamente homogêneos vs. Ocorrência da dengue

Fez-se o cruzamento do mapa de diferenciais intra-urbanos definido no item 4.3. com os mapas incidência dos anos de 2001, 2002 e 2003 (Figuras 4.9, 4.10 e 4.11 respectivamente). Os resultados decorrentes do cruzamento dos planos de informações, dois a dois, demonstrou tais resultados:

No ano de 2001, dos 58 casos utilizados, 41 (70%) encontrava-se no grupo 1 e 17 casos foram notificados no grupo 2 (melhores condições de vida), nenhum caso foi notificado no grupo 3. Em 2002 obteve-se para o grupo 1 um total de 207 casos (69% do total); 91 ocorrências para o grupo 2 (30%) e apenas 1 caso no grupo 3, menos de 1% do total registrado.

Para o ano de 2003, 38 casos (74% do total) foram notificados no domínio do grupo 1; 11 notificações (21%) para o grupo 2 e um total de 2 casos (4%) para o grupo 3.

Os dados descritos acima “mascaram” de certa forma os dados por não levar em conta a população de cada grupo, pois como descrito no sub-ítem 5.3., 54% da população encontra-se no grupo 1, 28% no grupo 2 e 18 % no grupo 3.

Para a solução deste problema, foi calculada a incidência da dengue para cada grupo (Tabela 5.7.):

	Incidencia 2001	Incidencia 2002	Incidencia 2003
Grupo1	4.7‰	23.7‰	4.3‰
Grupo2	3.7‰	20.1‰	2.4‰
Grupo3	0	0	0

Tabela 5.7. Grupos sócio-econômicos *versus* incidência da dengue em casos por 10.000 habitantes para os anos de 2001-2003.

6. Conclusões

Os resultados apresentados neste trabalho correspondem ao mapeamento de aproximadamente 50% das ocorrências notificadas no período de 2001-2003. É necessário chamar a atenção para os problemas na coleta de informações de preenchimento dos cadastros de notificação dos casos por parte dos técnicos da Vigilância Epidemiológica. Houveram dificuldades no georreferenciamento devido a algumas inconsistências no banco de dados original.

O problema do georreferenciamento das notificações epidemiológicas deve ser discutido pela Vigilância Epidemiológica de Rio Claro para uma integração consistente dos dados de saúde num Sistema de Informação Geográfica, com a finalidade de mapeamento e monitoramento de doenças.

Devido à falta da localização espacial de muitas ocorrências no período estudado, preferiu-se apenas o mapeamento monotemporal da epidemia. As abordagens multitemporais, ou seja, mapeamentos por quadrissemanas epidemiológicas, podem ser efetuados pelo sistema proposto, desde que haja um georreferenciamento mais completo da enfermidade.

A abordagem multitemporal pelo método de redes, não aplicado no referido estudo, pode ser de grande valia para a explanação da velocidade de contágio dentro da área urbana (FERREIRA, 2003), visto a importância das vias de circulação na dispersão espacial da dengue (NOGUEIRA, 1999; FERREIRA, 2003) e pela fácil implementação de redes em um SIG.

A alta taxa de incidência dos casos de dengue na região do Bairro da Consolação nos anos de 2001 e 2002 provavelmente foi provocada pela

proximidade do Bairro com o Cemitério Municipal S. João Batista, como demonstrado no item 4.4.1.

Estes ambientes proporcionam grande número de criadouros positivos para larvas de *A. aegypti* (VEZZANI *et al.* 2001). Geralmente os cemitérios se encontram em áreas com alta densidade populacional e com grande circulação de pessoas, como é o caso específico de Rio Claro, transformando em importantes focos de proliferação do vetor.

Este trabalho não objetivou levantar hipóteses sobre a influência dos cemitérios sobre o aumento da incidência da dengue nas áreas circunvizinhas, apenas verificaram-se as relações de proximidade da ocorrência da enfermidade com este ambiente. Estudos entomológicos detalhados nestes ambientes seriam importantes para avaliar os níveis de infestação nestes ambientes em comparação com residências vizinhas.

Diferentemente dos resultados obtidos por Costa & Natal (1998), na qual as maiores taxas de incidência de dengue ocorreram em regiões com piores condições de vida, neste estudo verifica-se que as maiores ocorrências ocorreram no grupo com condições medianas de renda e escolaridade (Grupo 1) e com o grupo com melhores condições de renda e escolaridade, para os três anos analisados.

De qualquer modo, mapas dos grupos sócio-econômicos podem ser de grande valia para a identificação de áreas de risco para enfermidades, violência ou ainda para a destinação de recursos de planos sociais governamentais. Deste modo, planejadores e tomadores de decisão do município podem otimizar tempo e recursos para o planejamento de determinados serviços, com a utilização deste produto (LACERDA, 2002).

Com relação ao acesso a serviços públicos, o município apresenta excelentes condições, com 100% dos setores com alta presença de lixo coletado, água de abastecimento e esgotamento adequado. Rio Claro possui bons indicadores sócio-econômicos, pois apenas 18% das pessoas encontram-se em áreas com as piores condições. A população em pior estado sócio-econômico vive em setores censitários de boas ou regulares condições de vida.

A aplicação do SIG-Spring demonstrou a possibilidade da utilização de informações do censo demográfico realizado pelo IBGE e dos dados da vigilância epidemiológica como ferramenta para o gerenciamento de informações e planejamento de ações de combate a epidemias.

O uso da metodologia proposta no corpo desta dissertação permite a realização do monitoramento de epidemias a partir da construção dos mapas de incidência para quaisquer enfermidades, desde que as mesmas estejam georreferenciadas.

Esta ferramenta de mapeamento poderá ser usada para o cadastramento de outras doenças além do gerenciamento de outras informações relevantes com relação à saúde pública, como dados oriundos do Centro de Controle de Zoonoses e dados provenientes de outras fontes.

7. Referências Bibliográficas

ALI, M.; EMCH, M.; DONNAY, J.P.; YUNUS, M.; SACK, R.B. The spatial epidemiology of cholera in an endemic area of Bangladesh. **Science & Medicine**, v. 55, p. 1015-1024, 2002.

ALMEIDA-FILHO, N.A.; ROUQUAYROL, M.Z. **Introdução à Epidemiologia**. Rio de Janeiro: MEDSI, 2002.

BAILEY, T.C.; GATRELL, A.C. **Interactive spatial data analysis**, 1 ed. Essex, Longman Scientific & Technical, 1995.

BARRETT F.A. "SCURVY" Lind's medical geography. **Social Science and Medicine**, v.33, p.347-353, 1991.

BERRY, B.J.L. Spatial Analysis: a synthesis in Spatial Analysis, a reader in Statistical Geography. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 54, p 2-11, 1964.

BURROUGH, P.A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. New York: Oxford University Press, 1986.

BURROUGH, P.A.; FRANK, A.U. Concepts and paradigms in spatial information: are current geographical informationsystems truly generic. **International Journal of Geographical Information Systems**, v. 9, n. 2, p. 101-116, 1995.

BURROUGH, P.A.; McDONNELL, R.A. **Principles of Geographical Information Systems**. New York: Oxford University Press, 1998.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação. **Disponível em** <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf>, acesso em 16/03/2004.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução à Ciência da Geoinformação. **Disponível em** <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>, acesso em 16/03/2004.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V.; FUCKS, S.D.; CARVALHO, M.S. Análise Espacial e Geoprocessamento. **Disponível em** <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>, acesso em 09/03/2004.

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 lumbricoides*. **Revista de Saúde Pública**, v 36, n. 1, p. 69-74, 2002.

CARVALHO, M. S. **Aplicação de métodos de análise espacial na caracterização de áreas de risco à saúde**. Tese de Doutorado em Engenharia Biomédica, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1997.

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

CRIVISQUI, E. Métodos de classificação. In: **Programme de Recherche et d'Enseignement en Statistique Appliquée (E. Horber & D. Ladiray, ed.)**, **Manual do I Ciclo de Capacitação em Métodos Estatísticos Multivariados**, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 23-77, 1997

CVE, Centro de Vigilância Epidemiológica. Número de casos de dengue no estado de São Paulo 2002. **Disponível em** http://www.cve.saude.sp.gov.br/html/zoo/IF_SEM_DEN02.htm, acesso em 28/01/2003.

DAVIS, C.; CAMARA, G. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. **Disponível em** <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf>, acesso em 16/03/2004

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.

FERREIRA, M. C. **Análise Espacial e Modelagem Cartográfica de Epidemias de Dengue: Proposta de Método**. Tese de Livre-Docência em Geociências, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2003.

FRERICHS, R. John Snow – A Historical Giant in Epidemiology and Anesthesiology.

Disponível em <http://www.ph.ucla.edu/epi/snow.html>, acesso em 01/06/2004.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Disponível e**

<http://www.funasa.gov.br/pub/GVE/PDF/GVE0504.pdf>, acesso em 17/12/2002.

FUNDAÇÃO SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados), 1992a.

Pobreza e Riqueza: Pesquisa de Condições de Vida na Região Metropolitana de São Paulo. Educação. São Paulo: Fundação Seade.

FUNDAÇÃO SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados), 1992b.

Pobreza e Riqueza: Pesquisa de Condições de Vida na Região Metropolitana de São Paulo. Renda. São Paulo: Fundação Seade.

GATRELL, A.C.; BAYLEY, T.C. Interactive Spatial Data Analysis in Medical Geography. **Soc. Sci. Med.**, v. 42, n. 6, p. 843-855, 1996.

GESLER, W. The uses of spatial analysis in medical geography: a review. **Social Science and Medicine**, v.23, p.936-773, 1986.

GOMES, A.C. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes* (*stegomyia*) *aegypti* e *Aedes* (*stegomyia*) *albopictus* em programa de vigilância entomológica. **IESUS**, v 7, n 3, p 49-57, 1998.

IBGE, 2000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000: Resultados do Universo para Setores Censitários: Município de Rio Claro.**

IBGE, 2003. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>**, acesso em 22/01/2003.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Tutorial 10 aulas - Spring Básico. **Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>**, acesso em 20/03/2002.

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

KERR-PONTES, L.R.S.; ROUQUAYROL, M.Z. A Medida da Saúde Coletiva. In **Epidemiologia e Saúde**, 5ed, p. 31-77, Rio de Janeiro: MEDSI, 1999.

KITRON, U. Transmission and Burden of Vector-borne Diseases. **Parasitology Today**, v. 16, n. 8, p. 324-325, 2000.

KITRON, U. Landscape Ecology and Epidemiology of Vector-Borne Diseases Tools for Spatial Analysis. **Journal of Medical Entomology**, v.35, n 4, p. 435-445, 1998.

KOBAYASHI, M.; NIHEI, N.; KURIHARA, T. Analysis of Northern Distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Japan by Geographical Information System. **Journal of Medical Entomology**, v.39, n 1, p. 4-11, 2002.

LACERDA, J.T.; CALVO, M.C.M.; FREITAS, S.F.T. Diferenciais intra-urbanos no Município de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: potencial de uso para o planejamento em saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, v.18, n. 5, p. 1331-1338, 2002.

LEBART, L.; MORINEAU, A.; WARWICK, K.M. **Multivariate Descriptive Statistical Analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1984.

MARTIN, D. **Geographic Information Systems: Socioeconomic Applications**. London: Routledge, 1996.

PAIVA, J.A.; CASANOVA, M.A.; CÂMARA, G. Arquiteturas para Banco de Dados Geográficos. **Disponível em**
<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/cap2.pdf>, acesso em
09/03/2004

ROUQUAYROL, M.Z. Epidemiologia Descritiva. In **Epidemiologia e Saúde**, 5ed, p 77-118, Rio de Janeiro: MEDSI, 1999.

ROUQUAYROL, M.Z.; GOLDBAUM, M. Epidemiologia, História Natural e Prevenção de Doenças, In **Epidemiologia e Saúde**, 5ed, p 15-30, Rio de Janeiro: MEDSI, 1999.

SACK, R.V. Chorology and Spatial Analysis. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 64, n. 3, p 439-453, 1974.

SILVEIRA, A.C. Dengue: Aspectos epidemiológicos e de controle. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 31, n 2, p 5-14, 1998.

SOUZA-SANTOS, R.; CARVALHO, M.S. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, n. 1, p.31-42, 2000.

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

SILVEIRA, A.C. Dengue: Aspectos Epidemiológicos e de controle. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 31, sup. 2, p. 5-14, 1998.

VEZZANI, D.; VELÁZQUEZ, S.M.; SOTO, S.; SCHWEIGMANN, N.J. Environmental Characteristics of the Cemeteries of Buenos Aires City (Argentina) and

Infestation Levels of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 96, sup. 4, p. 467-471, 2001.

WHO, 1998. **Weekly Epidemiological Record**. pp. 185-186. Geneva: World Health Organization.