

TALLYS ANTONIO RODRIGUES RIBEIRO

**PROJETO PILOTO DE UM SIG PARA A POLÍCIA MILITAR DE
MEIO AMBIENTE – ESTUDO DE CASO EM LAGOA SANTA-MG**



Monografia apresentada ao Curso de
Especialização em Geoprocessamento da
Universidade Federal de Minas Gerais para a
obtenção do título de Especialista em
Geoprocessamento

**ORIENTADOR:
CLODOVEU DAVIS**

2002

RIBEIRO, Tallys Antonio Rodrigues
Projeto piloto de um SIG para a Polícia Militar de Meio Ambiente –
Estudo de caso em Lagoa Santa - MG Belo Horizonte, 2002.
n. p.

Monografia (Especialização)– Universidade Federal de Minas Gerais.
Departamento de Cartografia

1. SIG 2. GIS 3. Mapa Temático 4. AVL/GPS . Universidade Federal
de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia

AGRADECIMENTOS

Em especial aos meus pais e minha irmã pelo apoio, incentivo, por estarem sempre presentes nos momentos mais difíceis da minha vida e por acreditarem em mais esta conquista;

Aos amigos pela força e companheirismo.

Ao Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências, pela oportunidade concedida.

Aos colegas de sala, pelo carinho, companhia e pelas novas amizades. Ao Marckleuber pela colaboração, interesse e boa vontade na realização deste trabalho.

Aos professores do curso de Especialização em Geoprocessamento da UFMG, pelo ensinamento e dedicação, pelas aulas e cursos extras;

Ao Prof. Clodoveu Davis pela paciência, dedicação e por orientar-me em todos os momentos de dúvidas durante a preparação deste trabalho;

À Maxtrack Industrial, em especial aos seus diretores Gustavo e Chang, pela indicação, compreensão e incentivo. Aos amigos Ígor e João Fábio pelas dicas e suporte em relação ao MapInfo e Visual Basic.

À MapTran, Prefeitura Municipal de Lagoa Santa e 7ª Companhia de Polícia Militar de Meio Ambiente - MG, pela disponibilização de dados essenciais à realização deste trabalho.

E principalmente a Deus, pela vida e por tudo de bom que sempre me proporcionou.

RESUMO

Considerando-se a crescente utilização da tecnologia de geoprocessamento, a proposta do presente trabalho consiste na elaboração de um projeto piloto de SIG (Sistema de Informações Geográficas) para a Polícia Militar de Meio Ambiente, visando auxiliar o processo de tomada de decisão dos comandantes de viaturas. Tal sistema possibilitará identificar os locais de incidência criminal registrada nos boletins de ocorrências, delimitar os setores de patrulhamento das Companhias de Polícia de Meio Ambiente, traçar rotas e verificar a trajetória percorrida por cada viatura.

ABSTRACT

Considering the growing use of geoprocessing technology, this work intends to propose a pilot project for the implementation of a geographic information system for the Minas Gerais state Environmental Military Police, with the objective of supporting the decision-making process of the vehicle commanders. Such a system will allow the identification of the criminal activity sites as recorded in event registration documents, as well as the demarcation of the patrolling sectors for each environmental police company, considering the usual routes and trajectory of each police vehicle.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 | OBJETIVOS DO PROJETO | 11 |
| 2 | CONCEITOS LIGADOS AO PROJETO..... | 13 |
| 2.1 | SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) | 14 |
| 2.1.1 | <i>HISTÓRIA.....</i> | <i>14</i> |
| 2.1.2 | <i>DEFINIÇÕES.....</i> | <i>16</i> |
| 2.1.3 | <i>APLICAÇÕES.....</i> | <i>16</i> |
| 2.2 | CARTOGRAFIA TEMÁTICA | 17 |
| 2.3 | PAPEL DA POLÍCIA MILITAR DE MEIO AMBIENTE..... | 18 |
| 2.4 | A CIDADE DE LAGOA SANTA | 20 |
| 3 | METODOLOGIA..... | 25 |
| 3.1 | A ESCOLHA DO MAPINFO..... | 25 |
| 3.2 | MODELAGEM DE DADOS GEOGRÁFICOS | 27 |
| 3.2.1 | <i>BREVE INTRODUÇÃO AO MODELO OMT-G.....</i> | <i>27</i> |
| 3.2.2 | <i>ESQUEMA OMT-G PROPOSTO PARA O PROJETO.....</i> | <i>34</i> |
| 3.3 | MONTAGEM DA BASE DIGITAL | 37 |
| 4 | RESULTADOS ESPERADOS | 51 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 61 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 63 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 : Parâmetros do Geoprocessamento | 13 |
| FIGURA 2 : Exemplo de mapa temático | 17 |
| FIGURA 3 : Vista aérea da cidade – Lagoa Central (Fonte: http://lagoasanta.com.br).. | 20 |
| FIGURA 4 : Localização do município de Lagoa Santa no Estado de Minas Gerais .. | 21 |
| FIGURA 5 : Localização do município de Lagoa Santa na RMBH..... | 21 |
| FIGURA 6 : Área do Município de Lagoa Santa | 22 |
| FIGURA 7 : OMT- G : tipos de CLASSES | 28 |
| FIGURA 8 : OMT- G : classes georreferenciadas do tipo GEO-CAMPOS | 29 |
| FIGURA 9: OMT- G : classes georreferenciadas do tipo GEO-OBJETOS | 29 |
| FIGURA 10 : OMT- G : exemplo da primitiva RELACIONAMENTOS | 30 |
| FIGURA 11 : OMT- G : exemplo da NOTAÇÃO DE CARDINALIDADE | 31 |
| FIGURA 12 : OMT- G : abstrações de GENERALIZAÇÃO/ESPECIALIZAÇÃO .. | 32 |
| FIGURA 13 : OMT- G : exemplo da primitiva AGREGAÇÃO | 33 |
| FIGURA 14 : OMT- G : exemplo da primitiva GENERALIZAÇÃO CONCEITUAL | 34 |
| FIGURA 15: Diagrama conceitual OMT-G elaborado para o projeto | 36 |
| FIGURA 16 : Base digital em formato DWG - AutoCad 2000 (Fonte : Prefeitura Municipal de Lagoa Santa – MG) | 37 |
| FIGURA 17 : Estrutura da tabela QUADRAS no MapInfo | 39 |
| FIGURA 18: Inserção de dados na tabela QUADRAS | 40 |
| FIGURA 19 : Estrutura da tabela LOTES no MapInfo | 41 |
| FIGURA 20 : Inserção de dados na tabela LOTES | 42 |
| FIGURA 21 : Eixos (em vermelho) deslocados em relação às quadras e lotes | 43 |
| FIGURA 22 : Exportação de dados – preservação dos dados dos atributos | 44 |
| FIGURA 23 : Exportação de dados – correção do deslocamento da coordenada Y ... | 45 |
| FIGURA 24: Preservação dos atributos e escolha da projeção | 45 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 25 : Estrutura da tabela EIXOS no MapInfo | 46 |
| FIGURA 26 : Inserção de dados na tabela EIXOS..... | 47 |
| FIGURA 27: Resultado da tabela EIXOS com QUADRAS e LOTES após deslocamento e correção da coordenada Y | 48 |
| FIGURA 28 : Visualização mais ampla dos locais de infrações criminais (por município) | 51 |
| FIGURA 29: Visualização mais detalhada dos locais de infrações criminais (por quadras, lotes e logradouros) | 52 |
| FIGURA 30: Identificação de LOTES com infrações do tipo FLORA e DEGRADAÇÃO | 53 |
| FIGURA 31: Identificação de EIXOS com infrações do tipo FLORA | 54 |
| FIGURA 32: Geração de rota para patrulhamento da viatura..... | 55 |
| FIGURA 33: Equipamento AVL/GPS Maxtrack MTC-300 | 56 |
| FIGURA 34: Tela do programa conversor de arquivo JG1 para arquivo MIF..... | 57 |
| FIGURA 35: Arquivo MIF gerado após conversão dos dados lidos do MTC-300 | 57 |
| FIGURA 36: Rota percorrida pela viatura (destaque em marrom) | 58 |
| FIGURA 37: Verificação visual da <u>rota estabelecida</u> (em vermelho) com a <u>rota percorrida</u> (em marrom) pela viatura | 59 |
| FIGURA 38: Desvio (em marrom) da <u>rota estabelecida</u> (em vermelho) | 60 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|--|
| AVL | <i>Automatic Vehicle Location</i> |
| CAD | <i>Computer Aided Design</i> |
| CRM | <i>Customer Relationship Management</i> |
| DWG | <i>Drawing File</i> |
| DXF | <i>Drawing eXchange Format</i> |
| ER | Modelo Entidade - Relacionamento |
| GIS | <i>Geographic Information System</i> |
| GPS | <i>Global Positioning System</i> |
| GPRS | <i>General Packet Radio Service</i> . Serviço de comunicação sem fio baseado em pacotes para tecnologia de telefonia móvel padrão GSM. |
| GSM | <i>Global System for Mobile Communications</i> , Padrão digital para telefonia móvel amplamente usado na Europa e cuja a presença está em expansão na América Latina, inclusive Brasil, onde será adotado para serviços das bandas C, D e E. |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IEF | Instituto Estadual de Florestas |
| LBS | <i>Location-Based Service</i> |
| MG | Minas Gerais |
| OMT | <i>Object Modeling Technique</i> |
| ONG | Organização Não Governamental |
| RMBH | Região Metropolitana de Belo Horizonte |
| SAD69 | <i>South American Datum</i> |
| SEMAD | Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável |
| SIG | Sistema de Informações Geográficas |

| | |
|------|---|
| SQL | <i>Structured Query Language</i> |
| UFMG | Universidade Federal de Minas Gerais |
| UML | <i>Unified Modeling Language</i> |
| UTM | <i>Universal Transverse Mercator</i> – sistema de projeção cartográfica |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, acompanhamos um desenvolvimento tecnológico acelerado, que proporciona um volume muito grande de informações, sobre os mais variados aspectos da vida do homem contemporâneo. Dessa forma, diversos ramos do conhecimento, principalmente aqueles que trabalham com a tecnologia da informação e tratam de fenômenos espacialmente representáveis, vêm recorrendo aos recursos de geoprocessamento para obterem uma melhor compreensão dos fenômenos analisados.

Em virtude disso e considerando a crescente utilização da tecnologia de geoprocessamento, a proposta fundamental desse trabalho consiste na elaboração de um projeto piloto de SIG (Sistema de Informações Geográficas) para a Polícia Militar de Meio Ambiente – MG, onde por intermédio das Subseções de Estatística e Geoprocessamento, vinculada a Seção de Planejamento Operacional, visa auxiliar o processo de tomada de decisão dos comandantes de viaturas.

Pelo fato do estado de Minas Gerais ser muito grande e extenso, optou-se por utilizar como exemplo a cidade de Lagoa Santa – MG, que fica situada na RMBH (Região Metropolitana de Belo Horizonte). A escolha de Lagoa Santa é justificada pelo fato de ser uma das cidades mineiras pioneiras no processo de cadastrar, no boletim de ocorrência, as coordenadas geográficas do local da infração.

Tal sistema facilitará a coordenação, controle e fiscalização por parte dos comandantes, pois possibilitará identificar os locais de incidência criminal registrada nos boletins de ocorrências, delimitar os setores de patrulhamento das Companhias de Polícia de Meio Ambiente, traçar rotas e verificar a trajetória percorrida por cada viatura.

A presente monografia tem a estrutura descrita a seguir. O restante da seção 1 apresenta, de forma mais detalhada, os objetivos do trabalho. A seção 2 apresenta conceitos importantes das áreas de geoprocessamento que estão relacionados com esse projeto. A seção 3 contém informações sobre a metodologia de trabalho utilizada, descrevendo desde a escolha dos *softwares*, bem como o processo de modelagem dos dados geográficos e montagem da base digital. Finalmente, as seções 4 e 5 trazem as conclusões do trabalho e apresenta sugestões de trabalhos futuros.

1.1 OBJETIVOS DO PROJETO

O principal objetivo do presente trabalho é propor e demonstrar a viabilidade da criação de um SIG que possibilite identificar os locais de cada infração registrada nos boletins de ocorrências, acompanhar e verificar os locais de patrulhamento de cada viatura da Companhia de Polícia Militar de Meio Ambiente, bem como delimitar setores de patrulhamento de acordo com a incidência criminal em cada área.

Mais especificamente, um SIG aplicado às atividades da Polícia Militar de Meio Ambiente tem os seguintes objetivos:

- a) **Identificar os locais de cada incidência criminal:** consiste em apresentar em um mapa digital o local de cada infração, de acordo com os dados obtidos dos boletins de ocorrências;
- b) **Criar setores de patrulhamento:** a partir de um mapa temático com as manchas das ocorrências ou simplesmente através de um mapa digitalizado, traçar quadrantes ou setores específicos para o patrulhamento;
- c) **Delimitar, dentro dos setores, locais de atuação das viaturas:** uma vez definidos os setores, localizar pontos de interesse ou indicar qual rota específica a viatura deverá percorrer durante o patrulhamento;
- d) **Verificar trajeto percorrido pelas viaturas:** para efeito de acompanhamento pelo comando da corporação, cada viatura deverá estar equipada com um equipamento de rastreamento veicular (módulo AVL/GPS). Poderá ser feita uma comparação entre o relatório de atividade de patrulha apresentado pelo comandante da guarnição e os dados que foram lidos da memória do equipamento de rastreamento veicular, através da plotagem desses dados em um mapa digital. Será possível identificar se realmente o patrulhamento foi feito na área ou rota determinada para aquela viatura.

Com esses objetivos, percebe-se que é necessário pesquisar conceitos ligados à área de geoprocessamento em geral, com ênfase na tecnologia de monitoramento automatizado

de veículos. Como o objetivo é configurar um sistema de informação, é também importante investir na definição de um esquema de banco de dados adequado, e para tanto o estudo das técnicas de modelagem de dados geográficos faz-se necessária. Finalmente, são necessários conceitos e técnicas da cartografia automatizada, visando garantir a qualidade dos produtos que serão extraídos do sistema de informação.

2 CONCEITOS LIGADOS AO PROJETO

“Se onde é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho. Sempre que o onde aparece, dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG”.(CÂMARA et al, 2001)

Geoprocessamento nada mais é que o uso automatizado de informação que de alguma forma está vinculada a um determinado lugar no espaço, seja por meio de um simples endereço ou por coordenadas. Dispõe de importantes ferramentas (FIGURA 1) para aplicações em praticamente todas as áreas que lidam com recursos geograficamente distribuídos. Apoiadas pela utilização de tecnologias de ponta como satélites de observação da Terra, sensores remotos aerotransportados, técnicas de mensuração e coleta de dados através de GPS, estações totais, medidores a laser e contando ainda com sofisticados periféricos e programas de informática, áreas como a Engenharia, Geografia, Geologia, Pedologia, Agricultura, Arquitetura, Navegação, Turismo, Meteorologia, Transportes, Urbanismo e muitas outras se beneficiam cada vez mais das ferramentas oferecidas pelo Geoprocessamento.



FIGURA 1 : Categorias técnicas do Geoprocessamento

(Fonte FATOR GIS : [http:// www.fatorgis.com.br](http://www.fatorgis.com.br))

Para SILVA E SOUZA (1987), o Geoprocessamento corresponde a um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados geocodificados ou mais evolutivamente, sobre bancos de dados geográficos, executa análise, reformulações e sínteses sobre os dados ambientais disponíveis.

Dessa forma, pode-se dizer que vários sistemas fazem parte do Geoprocessamento dentre os quais o SIG é o sistema que reúne maior capacidade de processamento e análise de dados espaciais. A utilização destes sistemas produzem informações que organizadas, corretas e disponíveis de forma ágil, permitem planejar e tomar decisões importantes para colocar ações em prática. Estes sistemas se aplicam a qualquer tema que manipule dados ou informações vinculadas a um determinado lugar no espaço, e que seus elementos possam ser representados em um mapa.

2.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

“SIGs são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente a informação e indispensável para analisá-la.” (CÂMARA et al, 1996)

2.1.1 HISTÓRIA

Conforme informações encontradas em UNESP(2003), as primeiras tentativas de automatizar parte do processamento de dados com características espaciais aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 50, com o objetivo principal de reduzir os custos de produção e manutenção de mapas. Dada a precariedade da informática na época, e a especificidade das aplicações desenvolvidas (pesquisa em botânica, na Inglaterra, e estudos de volume de tráfego, nos Estados Unidos), estes sistemas ainda não podiam ser classificados como “sistemas de informação”. Os primeiros Sistemas de Informações Geográficas (SIG) surgiram na década de 60, no

Canadá, como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Estes sistemas, no entanto, eram muito difíceis de usar: não existiam monitores gráficos de alta resolução, os computadores necessários eram excessivamente caros, e a mão de obra tinha que ser altamente especializada e caríssima. Além disto, a capacidade de armazenamento e a velocidade de processamento eram muito baixas.

Ao longo dos anos 70 foram desenvolvidos novos e mais acessíveis recursos de hardware, tornando viável o desenvolvimento de sistemas comerciais. Foi então que a expressão *Geographic Information System* (GIS) ou Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi criada. Foi também nesta época que começaram a surgir os primeiros sistemas comerciais de CAD (*Computer Aided Design*), ou projeto assistido por computador. Também nos anos 70 foram desenvolvidos alguns fundamentos matemáticos voltados para a cartografia, incluindo questões de geometria computacional.

A década de 80 representa o momento quando a tecnologia de sistemas de informação geográfica inicia um período de acelerado crescimento que dura até os dias de hoje. Até então limitados pelo alto custo do hardware e pela pouca quantidade de pesquisa específica sobre o tema, os SIG se beneficiaram grandemente da massificação causada pelos avanços da microinformática e do estabelecimento de centros de estudos sobre o assunto.

No decorrer dos anos 80, com a grande popularização e barateamento das estações de trabalho gráficas, além do surgimento e evolução dos computadores pessoais e dos sistemas gerenciadores de bancos de dados relacionais, ocorreu uma grande difusão do uso de SIG. A incorporação de muitas funções de análise espacial proporcionou também um alargamento do leque de aplicações de SIG.

A partir da década de 90, pode observar-se um grande crescimento do ritmo de penetração do SIG nas organizações, sempre alavancado pelos custos decrescentes do *hardware* e do *software*, e também pelo surgimento de alternativas menos custosas para a construção de bases de dados geográficas.

Os desenvolvimentos técnicos e tecnológicos entre 1985 e 1990 foram tão acentuados e rápidos, que pode-se até mesmo afirmar que eles é que impulsionaram as aplicações, ou seja, exatamente o oposto do que ocorreu no início do processo na década de 60, quando havia aplicações, mas não existiam recursos físicos, nem mesmo para digitalização ou plotagem automatizados.

2.1.2 DEFINIÇÕES

A fim de melhor compreendermos o que se tem definido como Sistemas de Informações Geográficas (SIG), vamos inicialmente revisar as definições de sistema, informação geográfica e sistema de informação. Considerando:

- *sistema* como sendo "conjunto ou arranjo de elementos relacionados de tal maneira a formar uma unidade ou um todo organizado, que se insere em sistema mais amplo";
- *informação geográfica* como "conjunto de dados ou valores que podem ser apresentados em forma gráfica, numérica ou alfanumérica, e cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial";
- *sistema de informação* como "conjunto de elementos inter-relacionados que visam a coleta, entrada, armazenamento, tratamento, análise e provisão de informações".

FONSECA (2001) descreve que existem várias definições para Sistemas de Informações Geográficas (SIG) ou *Geographic Information System (GIS)*, sendo que cada uma delas tenta privilegiar um aspecto de uma tecnologia, que estando na fronteira de várias áreas do conhecimento, é percebida de maneiras diferentes pelos especialistas de cada área.

2.1.3 APLICAÇÕES

Devido à sua abrangência, as aplicações de SIG podem ser encontradas em diversos setores da atividade humana, dentre os quais :

- Administrações Municipais, Estaduais e Federais;
- Concessionárias de Serviços Públicos e Rodovias e Ferrovias;
- Gerenciamento Florestal e Agrícola;
- Saúde Pública: monitoramento e controle de doenças;
- Mapeamento de solos;
- Mapeamento de locais de crimes;
- Roteamento turístico;

- Precisão de safras;
- Planejamento de rotas de veículos;
- Gestão de redes de distribuição de energia elétrica e de água;
- Planejamento de Vendas, Distribuição e Marketing;
- Oleodutos / Gasodutos.

2.2 CARTOGRAFIA TEMÁTICA

Existem diversos conceitos para a Cartografia apresentados por vários autores. Segundo TIMBÓ (2001) pode-se dizer que é a ciência e arte que se propõe a representar através de mapas, cartas e outras formas gráficas (computação gráfica) os diversos ramos do conhecimento do homem sobre a superfície e o ambiente terrestre. Ciência, quando se utiliza do apoio científico da Astronomia, da Matemática, da Física, da Geodésia, da Estatística e de outras ciências para alcançar exatidão satisfatória. Arte, quando recorre às leis da simplicidade e da clareza, buscando atingir o ideal artístico da beleza.

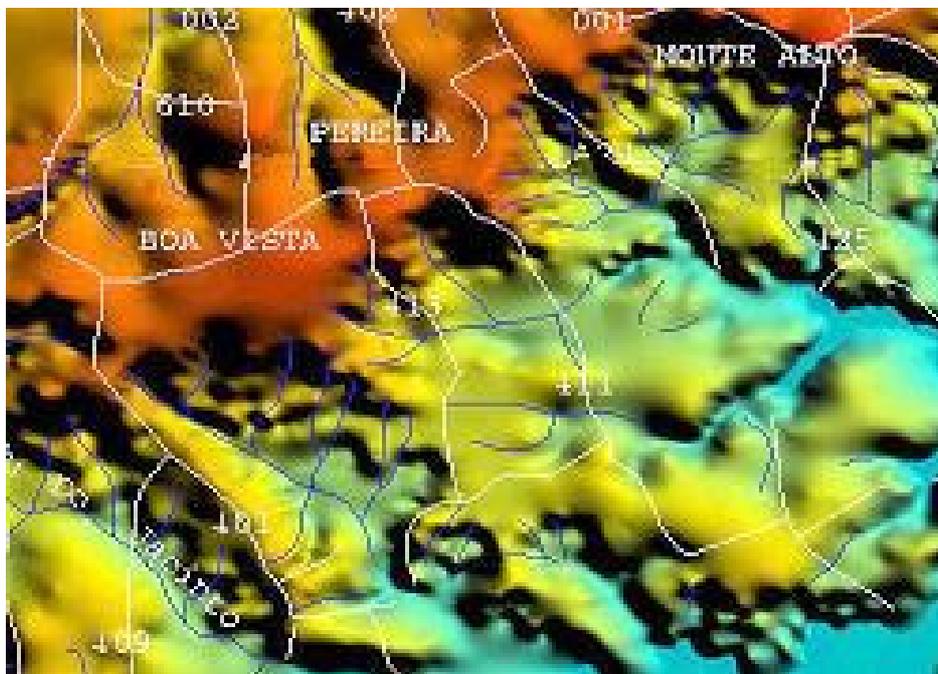


FIGURA 2 : Exemplo de mapa temático (Fonte ESTEIO: <http://www.esteio.com.br>)

Dessa forma, pode-se dizer que a cartografia tem um papel muito importante dentro do Geoprocessamento, principalmente em relação ao planejamento, execução e impressão de mapas sobre um fundo básico, ao qual serão anexadas informações através de simbologia adequada, visando atender às necessidades de um público específico.

O mapa é o principal meio de apresentação dos resultados e além disso, pode-se dizer que o mapa (FIGURA 2) é a forma mais natural de visualização e a forma mais intuitiva de interpretação.

Apesar de ser uma das mais antigas ciências de que se tem conhecimento, a cartografia tem evoluído em seus métodos e instrumentos e ao poder utilizar inúmeras ferramentas tecnológicas, tem nos dias atuais aplicações em praticamente todas as áreas que lidam com recursos geograficamente distribuídos.

2.3 PAPEL DA POLÍCIA MILITAR DE MEIO AMBIENTE

O policiamento ambiental é realizado pelas Companhias de Polícia Militar de Meio Ambiente que têm como missão zelar pelo meio ambiente e pelos recursos ambientais, protegendo a fauna e a flora, controlar a exploração florestal e a pesca predatória através de um trabalho preventivo e de fiscalizações.

Para operacionalização do policiamento florestal, mantém convênio com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD e seus órgãos vinculados (IEF, por exemplo) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, além de manter relacionamento com outras entidades públicas e organizações não governamentais - ONG's, que trabalham em prol do meio ambiente.

Dentre suas inúmeras atribuições, originárias ou decorrentes de convênios, destacam-se:

- Executar o policiamento ostensivo, de forma preventiva ou repressiva, com a finalidade de coibir e dissuadir ações que representem ameaças ou depredações à Natureza.

- Zelar pelo cumprimento da legislação ambiental de defesa da flora e fauna silvestre, observando os dispositivos das leis Federais e Estaduais, bem como as portarias e resoluções em vigor.
- Autuar, administrativamente, os infratores ambientais, instrumentalizando ainda o Ministério Público nas ações civis de recuperação por danos provocados contra a Natureza.
- Realizar prisões de infratores, que sejam flagrados no cometimento de crimes ambientais, e encaminhá-los à presença da autoridade policial, para a lavratura do flagrante e inquérito policial.

Na atuação preventiva, desenvolve programas de educação ambiental junto à comunidade, com a elaboração e veiculação de cartazes, panfletos com textos educativos, realizando, constantemente, palestras em estabelecimentos de ensino, exposições técnicas à entidades públicas e privadas com participação popular, e ainda, orientações ao público em geral, nas áreas de preservação ambiental que estão sob a guarda da Polícia Militar de Meio Ambiente.

2.4 A CIDADE DE LAGOA SANTA



FIGURA 3 : Vista aérea da cidade – Lagoa Central (Fonte : <http://lagoasanta.com.br>)

Foi fundada em 1773 por Felipe Rodrigues, tropeiro viajante que se estabeleceu no local. Chamou-se primeiramente Lagoa Grande e Lagoa das Congonhas do Sabarabuçu. Seu nome atual teve origem no valor curativo da água da lagoa. Foi Felipe Rodrigues quem primeiro sentiu o efeito benéfico destas águas. Ao lavar os eczemas de sua perna, sentiu-se aliviado de suas dores e obteve a cicatrização de suas feridas. A notícia da cura milagrosa logo se espalhou pelos arredores e o pequeno arraial da Lagoa Grande passou a receber peregrinos em busca da cura para seus males.

Em 1749 foi construída a primeira capela em louvor à Nossa Senhora dos Remédios e, em 1819, construiu-se a primeira Igreja Matriz, tendo como padroeira Nossa Senhora da Saúde. Somente em 1823 foi criada a Freguesia de Lagoa Santa, ficando como capelas filiais a de Santana do Fidalgo e a de Nossa Senhora da Conceição.

Lagoa Santa (FIGURA 3) teve seu município emancipado em 17/12/1938, de acordo com DEC.LEI 148, o qual foi desmembrado do município de Santa Luzia.

Atualmente , a cidade de Lagoa Santa está localizada no centro-sul do estado de Minas Gerais (FIGURA 4) e integra a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH)(FIGURA 5). Possui uma população de 37.872 habitantes (IBGE – dados censo 2000) e o município abrange uma área de aproximadamente 230,36 Km² (FIGURA 6).

A cidade que se tornou acervo turístico-cultural, graças à Gruta da Lapinha, está a 760 metros de altitude e 38 quilômetros de distância da cidade de Belo Horizonte.

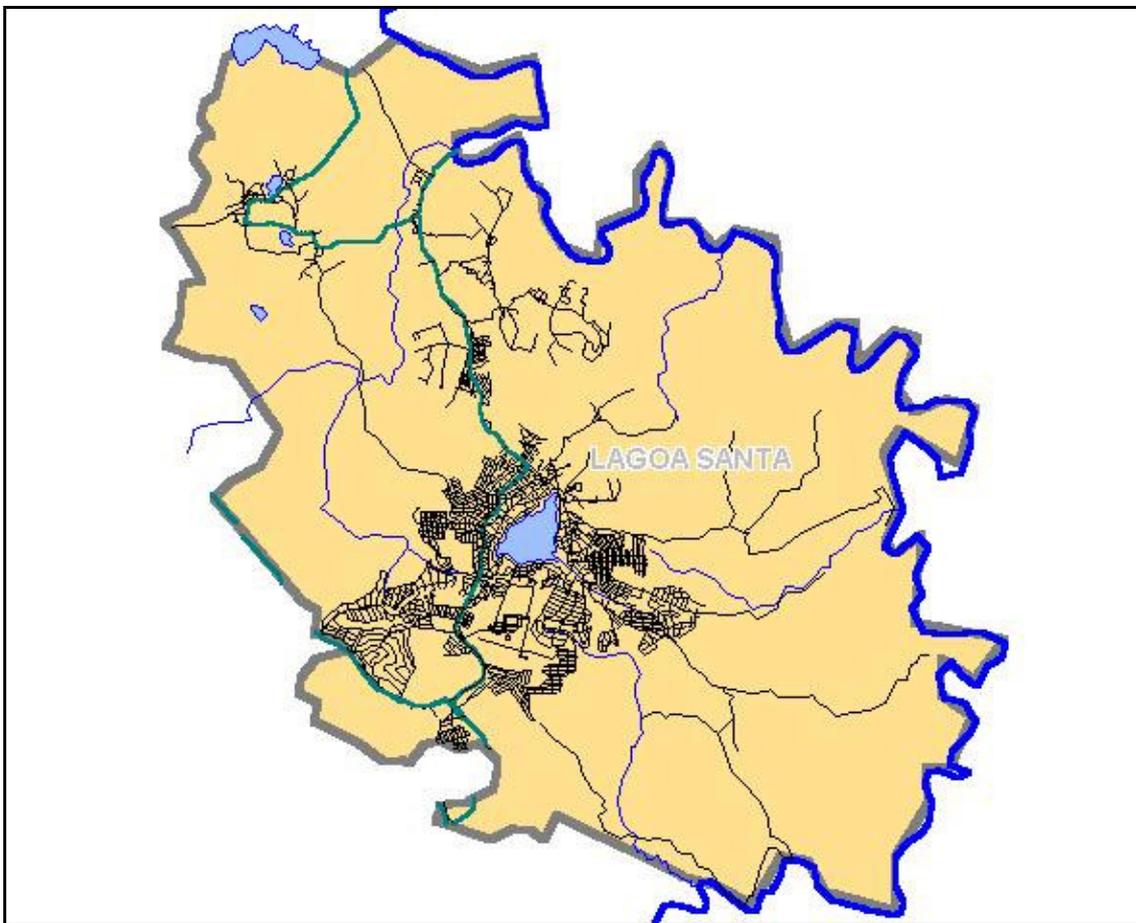


FIGURA 6 : Área do Município de Lagoa Santa (FONTE : MapTran – Engenharia e Arquitetura)

O sistema hidrográfico do município é composto por inúmeras lagoas calcáreas e temporárias, exceto a Lagoa Santa. Também possui pequenos e médios cursos d'água sendo circundada ao sudoeste pelo Ribeirão da Mata e, pelo Rio das Velhas.

A temperatura média do ar é da ordem de 23°C, sendo 11,2°C a média das mínimas temperaturas num período de 30 anos (mês de julho), e 29,6°C a média das máximas (outubro a março).

Em relação à flora, pode-se dizer que o cerrado é a vegetação típica da região sobrepondo-se às demais formas como as matas e as capoeiras.

Compõem a fauna atual, algumas espécies animais que viveram na região há 5.000 anos atrás. Várias outras espécies se extinguíram ou encontram-se em processo de extinção devido às transformações ocorridas em seu habitat. As principais transformações foram o desaparecimento das matas e a escassez de abrigos e alimentos.

As espécies praticamente em extinção na região são: a paca, o veado, o tamanduá, a preguiça, a capivara, a jaguatirica e o coati, entre outras.

As espécies sobreviventes, ainda encontradas com relativa frequência, são: o gambá, o porco-do-mato, o ouriço, a siriema, o coelho selvagem, o miquinho, o tatu e a raposa.

Quanto aos pássaros, da enorme variedade outrora existente, restam poucas espécies: o João-de-barro, o sabiá, o pica-pau, a rolinha, o nhambu, o pássaro preto, as maritacas e o bem-te-vi. Estes somente são encontrados onde ainda existe cerrados e pequenas matas.

Por estar inserida no frágil contexto cárstico, bem como pelo privilegiado conjunto paisagístico que a circunda (lagoas, grutas, flora, fauna, etc.), Lagoa Santa é também considerada como "Área Especial de Preservação Ambiental", integrando a "APA KARST" de Lagoa Santa, a qual foi criada pelo decreto nº 98.881, de 25/01/90 e inclui os municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matosinhos e Funilândia.

A partir deste decreto, tornou-se concretamente possível preservar o meio ambiente da região. Assim sendo, os projetos industriais e agrícolas que se queiram desenvolver na região, doravante serão analisados previamente pelos órgãos ambientais municipais e estaduais e somente será permitida a implantação dos projetos que forem, por sua natureza, adequados a cada zona ambiental

Conforme já mencionado anteriormente , a origem da cidade está ligada às propriedades das águas encontradas no município. Mas não é somente por suas águas que Lagoa Santa tornou-se conhecida. O cientista Peter W. Lund viveu no lugar e foi responsável por catalogar 120 espécies de fósseis e 94 de fauna em grutas da região. Coletou mais de 14 mil peças ósseas, remetidas para a Dinamarca, o país de origem do pesquisador.

Lagoa Santa foi escolhida para a realização desse projeto piloto não só pelas características citadas anteriormente, mas também pelo fato de ser uma das cidades pioneiras do Estado de Minas Gerais que cadastra, em todo boletim de ocorrência, as coordenadas geográficas do local da incidência criminal. Para isso, ela utiliza um equipamento Garmin, receptor de GPS de mão.

3 METODOLOGIA

Para a realização desse projeto piloto de SIG para a Polícia Militar de Meio Ambiente, foi utilizado um computador AMD Duron 800 MHz com Windows 2000, 128 MB de memória RAM, disco rígido de 20 Gigabytes, driver de CD-ROM 50X, gravador de CD, kit multimídia, placa de rede 10/100 Mbits e fax modem Motorola 56 K V-90.

Utilizou-se os *softwares* Autocad 2000, MapInfo Professional 5.5, Microsoft Office 2000, MicroStation 95 e Microsoft Visual Basic 6.0.

Foi necessário elaborar um modelo de banco de dados geográficos, montar a base digital e testar no MapInfo Professional através de consultas em SQL e análises espaciais, visando possibilitar a conexão entre dados e permitir análises espacial e geográfica de forma a auxiliar os comandantes na tomada de decisões.

3.1 A ESCOLHA DO MAPINFO

“... um recurso indispensável nos SIG deve ser sua capacidade de interligação com outros sistemas existentes, incluindo outros SIG. Como dificilmente o SIG é o único sistema de informação da organização, quase sempre os projetos incluirão alguma necessidade de integração entre o SIG e os bancos de dados convencionais, externos. ... portanto, a flexibilidade e confiabilidade dos recursos de intercâmbio de dados geográficos deve ser observada com cuidado”.

(DAVIS JR.,1998)

O *MapInfo Professional* é um *software* para PC/Windows, desenvolvido pela MapInfo Corp., EUA. É uma solução SIG preferencial de numerosas organizações, pois apresenta uma área de trabalho (*desktop*) de fácil compreensão, tem uma grande compatibilidade de comandos e permite uma boa interação com outros tipos de *software*. Além disso, fornece serviços e soluções baseados em localizações, ajudam as organizações a compreenderem melhor seus bens, riquezas, seus clientes atuais, cidadãos e mercados, encontrar seu próximo cliente mais provável, acompanhar seus

próprios recursos, além de obter uma vantagem competitiva em relação aos concorrentes e poder espalhar a informação através da própria empresa.

Como o alicerce de todas as soluções do *MapInfo Professional* é a informação da localização, podemos citar que alguns exemplos do tipo : endereços dos clientes, os números de telefones, os locais de lojas, serviços e pontos de vendas, locais de infrações de crimes e até mesmo a posição de um indivíduo viajando com um telefone celular, oferecem um trampolim para uma riqueza de outras informações valiosas , incluindo testes padrões de compra do cliente, informação demográfica e do estilo de vida, negócios mais próximos, sentidos da distribuição, testes de padrões de tráfego, etc...

O *MapInfo Professional* permite diversas aplicações, dentre elas :

- Ajudar a melhorar a tomada de decisão em todos os níveis da organização - dos estrategistas a planejadores executivos, aos profissionais do marketing e vendas, aos técnicos de campo e aos representantes de serviço de cliente.
- Oferecer uma combinação única de *software* e dados permitindo que os clientes tracem, visualizem, perfillem, comparem e ajam em cima da informação do cliente e de mercado.
- Apresentar uma grande vantagem em relação à tecnologia de informação permitindo a seus clientes desdobrar soluções através da Internet, em aplicações sem fio para *handheld*, bem como para computadores pessoais *desktop*.
- Resolver negócios de missão crítica nas telecomunicações, internet sem fio, no governo, no varejo, bancos, seguradoras, convênios de saúde, imobiliárias, serviços de utilidade pública, repartições do governo, LBS, CRM.

Em relação ao posicionamento no mercado e às principais áreas de aplicações atendidas, podemos dizer que atualmente a base de clientes da MapInfo possui diversos usuários espalhados pelo mundo, sendo os mais diversos possíveis: pesquisadores de mercado, gerentes de vendas, profissionais de planejamento, representantes de serviços de entrega, analistas de riscos, engenheiros de rede, serviços de expedição de mercadorias, executivos e muito mais.

3.2 MODELAGEM DE DADOS GEOGRÁFICOS

Segundo DAVIS JR. (1998), um *modelo de dados* é definido como sendo um conjunto de conceitos, usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados. O modelo de dados procura sistematizar o entendimento que as pessoas têm a respeito de objetos e fenômenos do mundo real, visando representá-los em um sistema informatizado

Porém, durante a definição do modelo conceitual, devemos nos preocupar para que este não seja demasiadamente simples, para que posteriormente alguns aspectos não possam ser analisados, e ao mesmo tempo, preocupar para que o mesmo não seja complexo de tal maneira que resulte em um sistema lento, difícil e caro de se manter. No final da construção do modelo de dados, o resultado deve ser conciso, porém completo e inteligível, para que o sistema seja desenvolvido atendendo às necessidades do usuário.

DAVIS JR. (1999) ainda cita que várias técnicas e metodologias vêm sendo desenvolvidas para a criação dos modelos de dados. Iniciou-se com a técnica do modelo Entidades - Relacionamentos (ER), conhecida mundialmente. Esta técnica expandiu-se para aplicações em modelos geográficos, surgindo o OMT – *Object Modeling Technique*, que utiliza conceitos de orientação a objetos.

3.2.1 BREVE INTRODUÇÃO AO MODELO OMT-G

O modelo OMT-G foi proposto inicialmente por BORGES (1997) e é uma técnica orientada a objetos voltada para modelagem de aplicações geográficas para trabalhar elementos no nível de representação. Se baseia em três conceitos principais: *classes*, *relacionamentos* e *restrições de integridade espaciais*. Possui primitivas que permitem modelar a geometria e a topologia dos dados geográficos, oferecendo suporte a várias estruturas topológicas. Além disso, o modelo OMT-G também permite a especificação de atributos alfanuméricos e métodos associados para cada classe. Como pontos fortes, pode-se citar sua expressividade gráfica e sua capacidade de representação, uma vez que anotações textuais podem ser substituídas pelo desenho de relacionamentos explícitos, representando assim a dinâmica de interação entre os objetos espaciais e não espaciais

Dessa forma, pode-se dizer que *Classes* e *relacionamentos* são as primitivas básicas que são usadas para criar esquemas de aplicações com o modelo OMT-G. Para isso, o modelo OMT-G propõe o uso de três diferentes diagramas no processo de construção de uma aplicação geográfica : *diagrama de classes, de transformação e de apresentação*.

Na construção desse projeto, utilizou-se o **diagrama de classes**, o qual é usado para descrever a estrutura e o conteúdo de um banco de dados geográfico, onde todas as classes são especificadas, juntamente com suas representações e relacionamentos. A partir desse diagrama, é possível derivar um conjunto de restrições de integridade espaciais que devem ser observadas na implementação.

Sendo assim, para facilitar a compreensão do modelo OMT-G que foi proposto, é necessário mencionar os conceitos abaixo.

3.2.1.1 CLASSES :

Existem basicamente dois grupos de classes no modelo OMT-G: **convencionais** e **georreferenciadas**. A notação básica para classes convencionais e georreferenciadas é mostrada na FIGURA 7 abaixo :

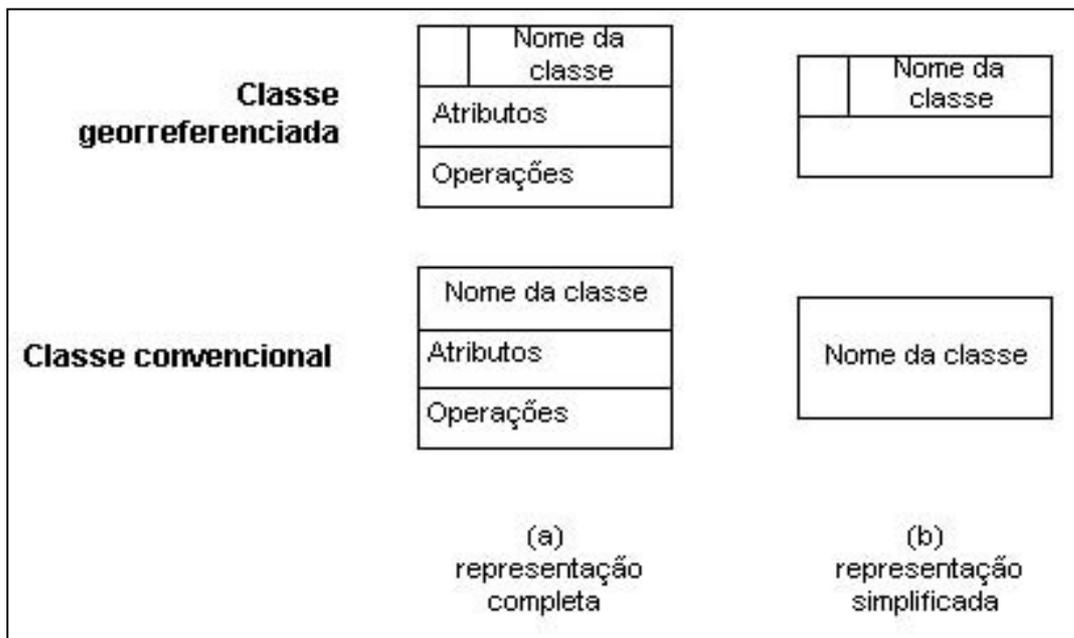


FIGURA 7 : OMT- G : tipos de CLASSES

No entanto, classes georreferenciadas podem ser divididas em **geo-objetos** e **geo-campos**.

Em relação aos **geo-campos**, existem cinco classes descendentes (FIGURA 8): isolinhas, subdivisão planar, tesselação, amostragem e rede triangular irregular (triangular irregular network, ou TIN).

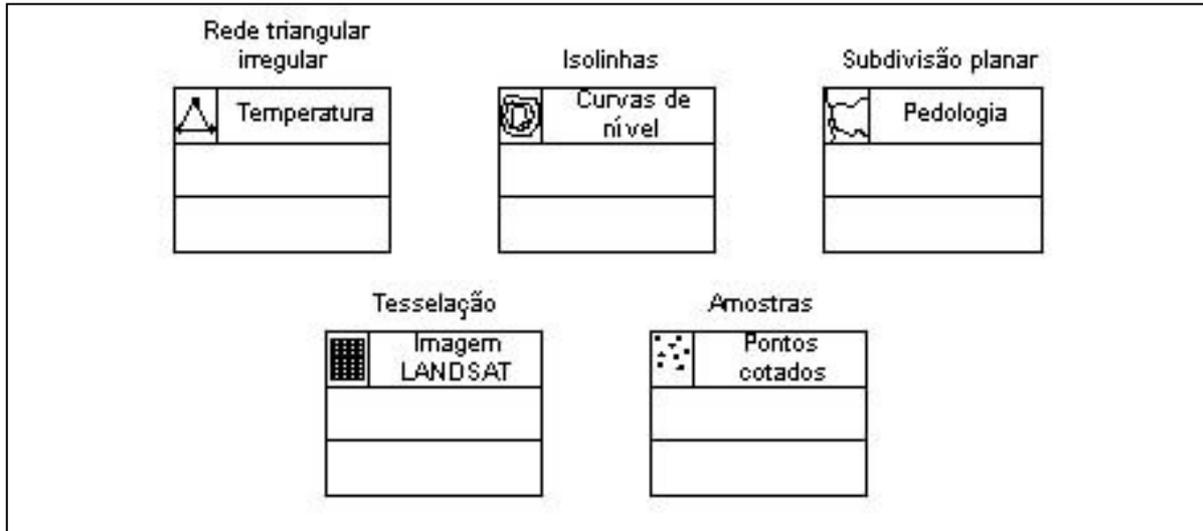


FIGURA 8 : OMT- G : classes georreferenciadas do tipo GEO-CAMPOS

Quanto aos **geo-objetos**, podemos citar seis classes descendentes (FIGURA 9): as tradicionais *ponto*, *linha* e *polígono*, e mais as classes *nó (de rede)*, *arco unidirecional* e *arco bidirecional*, que são usadas para representar redes.

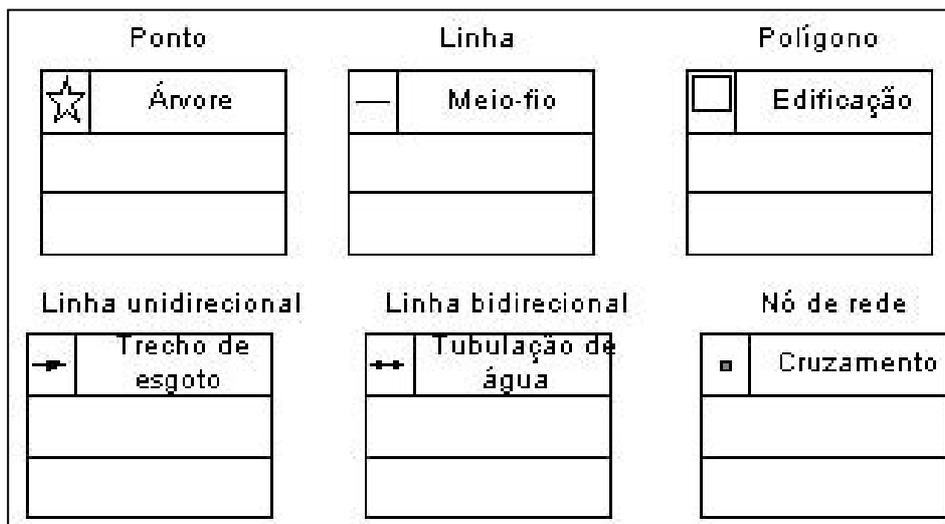


FIGURA 9: OMT- G : classes georreferenciadas do tipo GEO-OBJETOS

3.2.1.2 RELACIONAMENTOS :

O modelo OMT-G representa três tipos de relacionamentos (FIGURA 10) que podem ocorrer entre suas classes: **associações simples, relacionamentos topológicos em rede e relacionamentos espaciais.**

No modelo OMT-G, associações simples são indicadas por linhas contínuas, enquanto relacionamentos espaciais são indicados por linhas tracejadas. Relacionamentos em rede são indicados por duas linhas tracejadas em paralelo, tipicamente ligando uma classe de nós a uma classe de arcos. Relacionamentos de rede podem também ser produzidos sem nós, configurando desta forma um relacionamento recursivo sobre a classe que representa os arcos. O nome dado ao relacionamento de rede é indicado entre as duas linhas tracejadas.

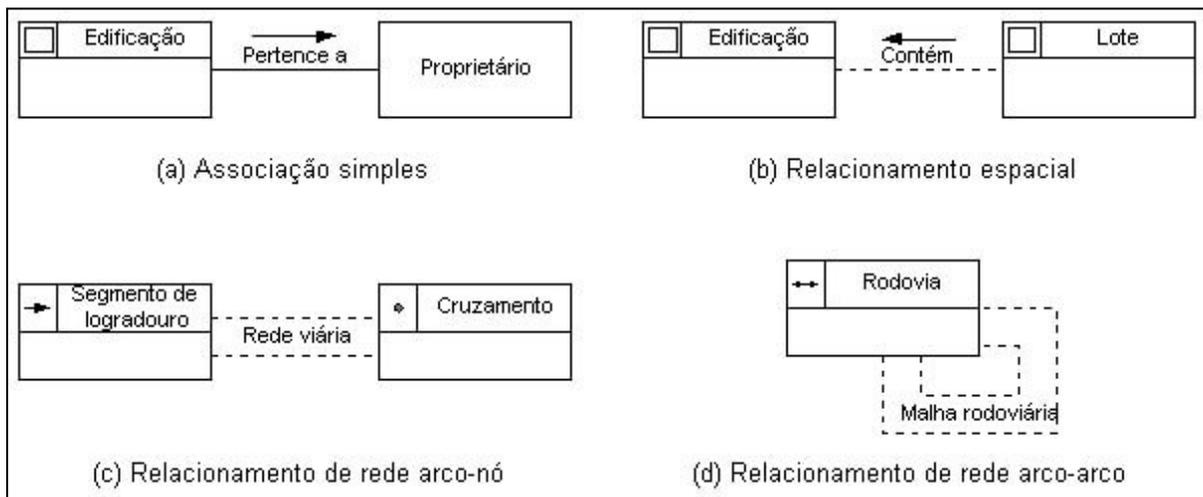


FIGURA 10 : OMT- G : exemplo da primitiva RELACIONAMENTOS

A **notação de cardinalidade** adotada pelo modelo OMT-G (FIGURA 11) é a mesma usada pela UML.

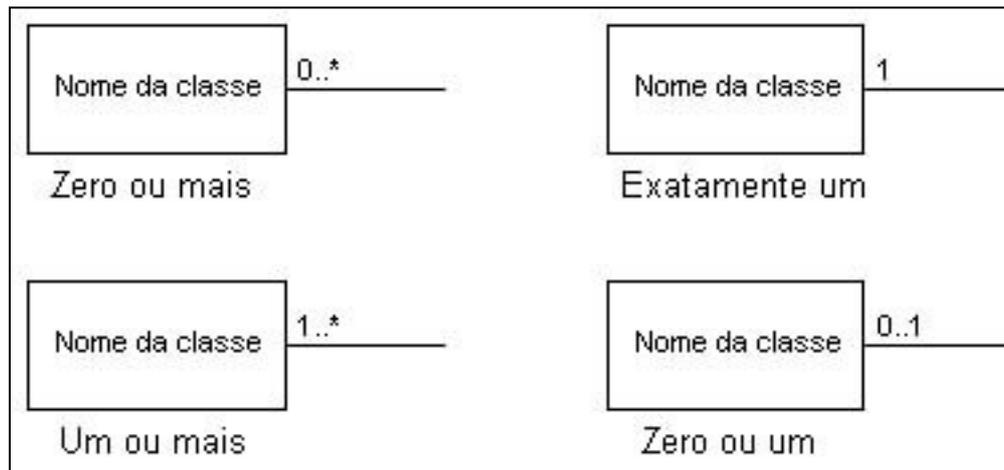


FIGURA 11 : OMT- G : exemplo da NOTAÇÃO DE CARDINALIDADE

3.2.1.3 GENERALIZAÇÃO E ESPECIALIZAÇÃO :

No modelo OMT-G, as abstrações de **generalização e especialização** (FIGURA 12) se aplicam tanto a classes georreferenciadas quanto a classes convencionais, e são indicadas usando as definições e notação propostas para a UML. Nessa notação, um triângulo conecta a superclasse às suas subclasses. Cada generalização pode ter um *discriminador* associado, indicando que propriedade está sendo abstraída pelo relacionamento de generalização.

Generalizações (espaciais ou não) podem ser especificadas como *totais* ou *parciais*. Uma generalização é total quando a união de todas as instâncias das subclasses é equivalente ao conjunto completo das instâncias da superclasse. Além disso, o modelo OMT-G também define generalizações *disjuntas* (as instâncias de uma subclasse não podem pertencer a nenhuma outra subclasse) e *sobrepostas*.

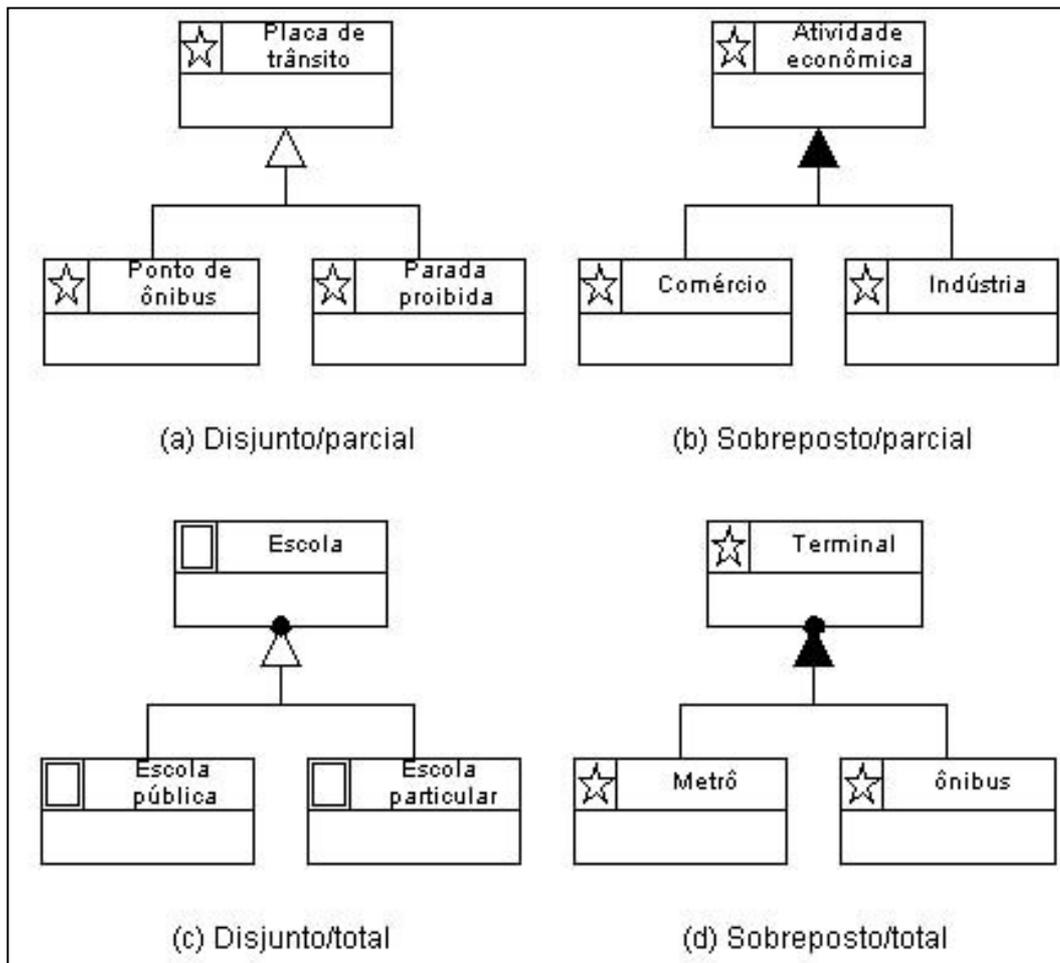


FIGURA 12 : OMT- G : abstrações de GENERALIZAÇÃO/ESPECIALIZAÇÃO

3.2.1.4 AGREGAÇÃO :

Uma **agregação** pode ocorrer entre classes convencionais, entre classes georreferenciadas, e entre uma classe georreferenciada e uma classe convencional (FIGURA 13). Quando a agregação ocorre entre classes georreferenciadas, a agregação

espacial deve ser usada e denotada, como no caso de relacionamentos espaciais, com uma linha tracejada.

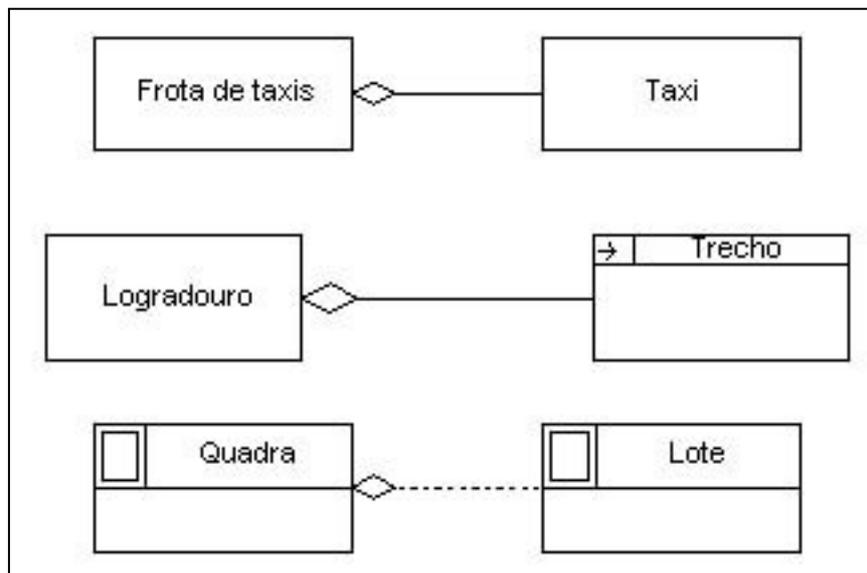


FIGURA 13 : OMT- G : exemplo da primitiva AGREGAÇÃO

3.2.1.5 GENERALIZAÇÃO CONCEITUAL :

Esta primitiva é usada para registrar diferentes visões do usuário. Como a superclasse corresponde a algo que pode ser percebido de diversas maneiras, sua primitiva não indica uma representação específica. No entanto, suas subclasses são representadas por formas geométricas distintas, que podem herdar os atributos alfanuméricos da superclasse e incluir atributos próprios. O objetivo desta primitiva é permitir que relacionamentos envolvendo cada alternativa de representação sejam explicitados. A mesma alternativa de representação pode ser usada em mais de uma subclasse, já que o nível de detalhamento ou resolução pode variar de uma para a outra.

A **generalização conceitual** (FIGURA 14) pode ocorrer em duas variantes: de acordo com a forma geométrica e de acordo com a escala. A variação de acordo com a forma geométrica é usada para registrar a existência simultânea de múltiplas representações independentes de escala para uma determinada classe. A variação de acordo com a escala é usada na representação de diferentes aspectos geométricos de uma determinada classe, cada um correspondendo a uma faixa de escalas. Como discriminador, as palavras *Escala* e *Forma* são usadas. O quadrado da primitiva é deixado em branco

quando as subclasses são disjuntas, e preenchido quando a sobreposição entre subclasses é permitida.

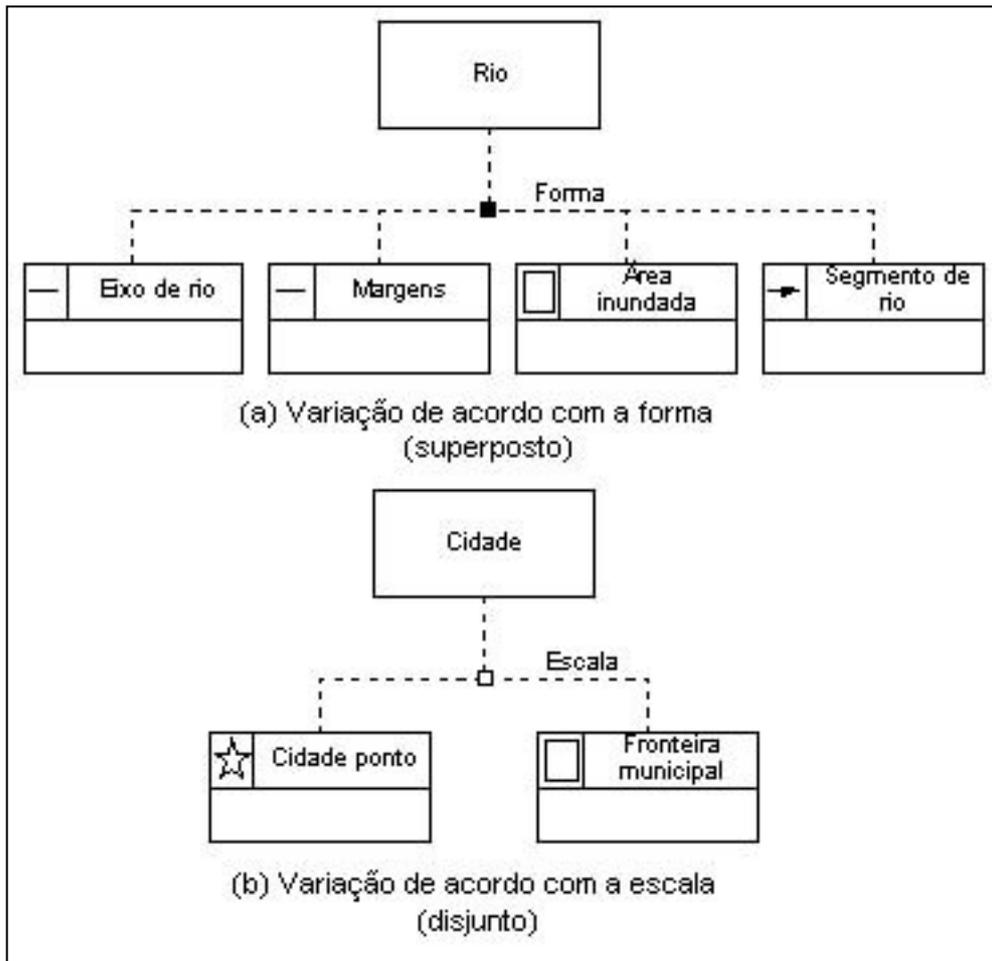


FIGURA 14 : OMT- G : exemplo da primitiva GENERALIZAÇÃO CONCEITUAL

3.2.2 ESQUEMA OMT-G PROPOSTO PARA O PROJETO

Utilizando-se dos conceitos descritos acima, pode-se dizer que o modelo proposto para esse projeto (FIGURA 15) possui classes convencionais e georreferenciadas, geo-objetos e geo-campos, generalização / especialização do tipo disjunto total, relacionamentos simples e espacial e a descrição da cardinalidade entre as classes. Nesse modelo proposto procurou-se representar o maior número possível de entidades/classes e o relacionamento entre elas. Sabe-se que o processo de elaboração de uma modelagem de dados é algo bem complexo, portanto, este trabalho não tem a pretensão de apresentar um modelo definitivo, e sim uma proposta inicial que poderá ser

discutida exaustivamente no futuro por especialistas que desejarem implantá-lo em alguma instituição.

A localização das principais incidências criminais (que são do tipo FAUNA, FLORA, DEGRADAÇÃO e PESCA) registradas pela Polícia Militar de Meio Ambiente poderão ser visualizadas em um nível mais amplo através de geo-campos (imagens de satélite ou ortofotos) ou , caso seja necessário um detalhamento mais específico, fazer a localização através de geo-objetos (bairro, quadras, lotes, eixos/ruas). Além disso, pode-se identificar também tanto um ponto de referência mais próximo do local da infração criminal quanto as pessoas envolvidas.

Em relação à representação dos geo-objetos, em especial aos lotes, poderia ser feita de três maneiras distintas : pontos, linhas ou polígonos. A representação por pontos é a mais simples, porém não permite verificar topologicamente as relações de vizinhança e de inclusão em uma quadra. Já a representação por linhas também é simples e seria somente para a testada do lote. Permite análises adicionais como a de vizinhança e fornece dados geométricos (largura frontal do lote). Mas, nesse projeto optou-se pela representação através de polígonos, pois define as fronteiras entre o lote e seus vizinhos e ainda fornece a área do lote.

Outro detalhe foi a preocupação do relacionamento das quadras, lotes e do boletim de ocorrência com o sistema de endereçamento da cidade, através da malha viária, visando assim simplificar o processo de localização em campo durante uma atividade de fiscalização rotineira ou atendimento de emergência. Dessa maneira, os responsáveis pelo controle, coordenação e fiscalização das infrações criminais poderão ter acesso e identificar todas as informações referentes ao boletim de ocorrência (BO), tais como número do BO, data da ocorrência, tipo de infração, pessoas envolvidas, além de poder visualizar o local da infração criminal.

3.3 MONTAGEM DA BASE DIGITAL

Foram adquiridos da Prefeitura Municipal de Lagoa Santa arquivos digitais em formato DWG do Autocad2000, projeção UTM (SAD 69) - Fuso 23. Esses arquivos continham *layers* especificando os polígonos das quadras, lotes, bairros, especificação do perímetro e área dos lotes, nome dos logradouros, número das quadras, número de cada lote, etc..., porém a base estava incompleta. A Prefeitura Municipal de Lagoa Santa ainda está em processo de finalização de digitalização de toda a base do município, pelo fato de ainda estar terminando o processo de trabalho de campo para atualização das cartas.

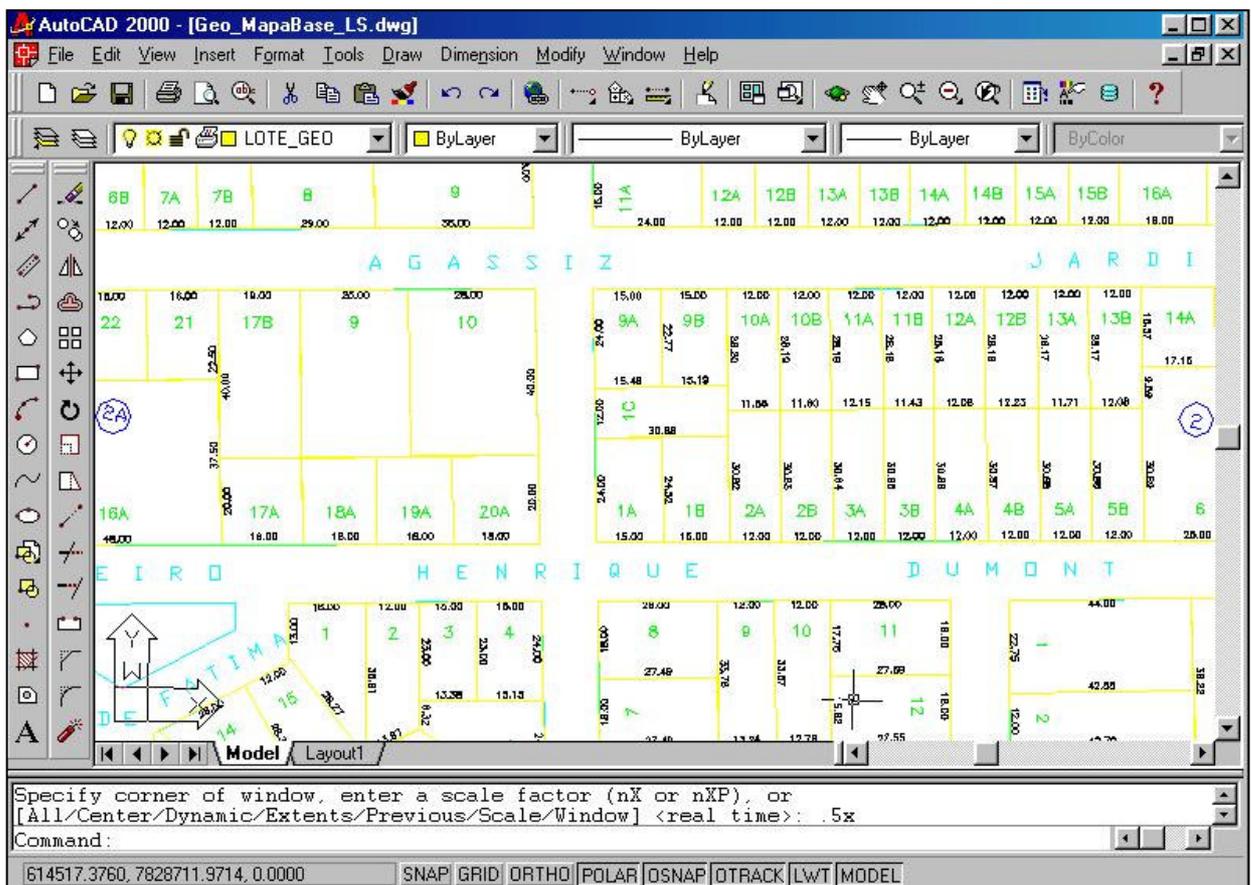


FIGURA 16 : Base digital em formato DWG - AutoCad 2000 (Fonte : Prefeitura Municipal de Lagoa Santa – MG)

Além disso, a base adquirida em CAD (FIGURA 16) continha muitas informações que não seriam necessárias para a elaboração do projeto piloto. Sendo assim, um dos primeiros passos realizados foi a escolha de quais *layers* seriam essenciais para a

montagem da base cartográfica. A preocupação em estar selecionando somente alguns *layers* deve-se ao fato de que um arquivo CAD corresponde simplesmente a um desenho, onde as vezes a grande preocupação é com o aspecto visual, de apresentação e não com as características espaciais.

Segundo DAVIS JR. e FONSECA (1994), os sistemas CAD, apesar de seus excelentes recursos para manipulação de entidades gráficas, possuem certas limitações no que diz respeito à forma de organização e armazenamento destas entidades. Estas limitações acabam por causar grandes diferenças entre a informação para GIS e aquela que o CAD é capaz de produzir.

Então, de acordo com o modelo OMT-G apresentado para o projeto piloto, optou-se por filtrar somente os *layers* QUADRAS e LOTES. Os demais foram desativados para deixar o arquivo menor, pois foi necessário salvar esses *layers* no formato de arquivo DXF para que pudessem ser importados por outro *software* de geoprocessamento.

Nesse caso, a primeira importação foi feita pelo *software* MicroStation Geographics para a realização da limpeza topológica. O objetivo era verificar se houve algum problema durante o processo de digitalização, como buracos, linhas duplicadas. A escolha do MicroStation Geographics deve-se pelo fato desse *software* simplificar o processo de limpeza topológica e por possuir diversas funcionalidades e ferramentas que auxiliam o usuário na realização dessa tarefa.

Após a realização da limpeza topológica e visando iniciar o processo de montagem da base de dados geográfica, foi necessário importar novamente esses arquivos, ainda no formato DXF, para o *software* MapInfo Professional.

Primeiramente o arquivo correspondente às quadras foi importado para o MapInfo Professional, o qual gerou uma nova tabela. Como essa tabela não possuía nenhuma informação referente às quadras, foi necessário alterar a estrutura da tabela QUADRAS, acrescentando os campos para identificação da quadra (NumQua) e o código do bairro (CodBai) que ela pertence (FIGURA 17).

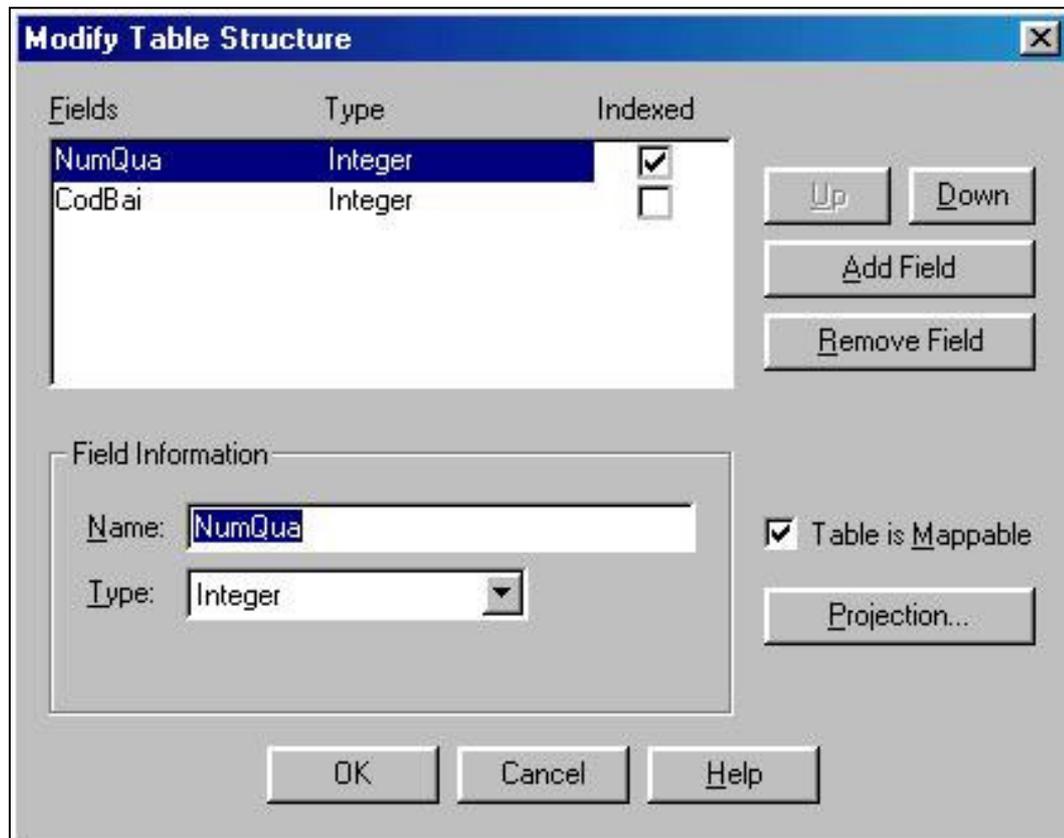


FIGURA 17 : Estrutura da tabela QUADRAS no MapInfo

Em seguida, foi feita a inserção dos dados na tabela, relacionando os objetos QUADRAS, aqui representados por polígonos, aos respectivos campos da tabela (FIGURA 18).

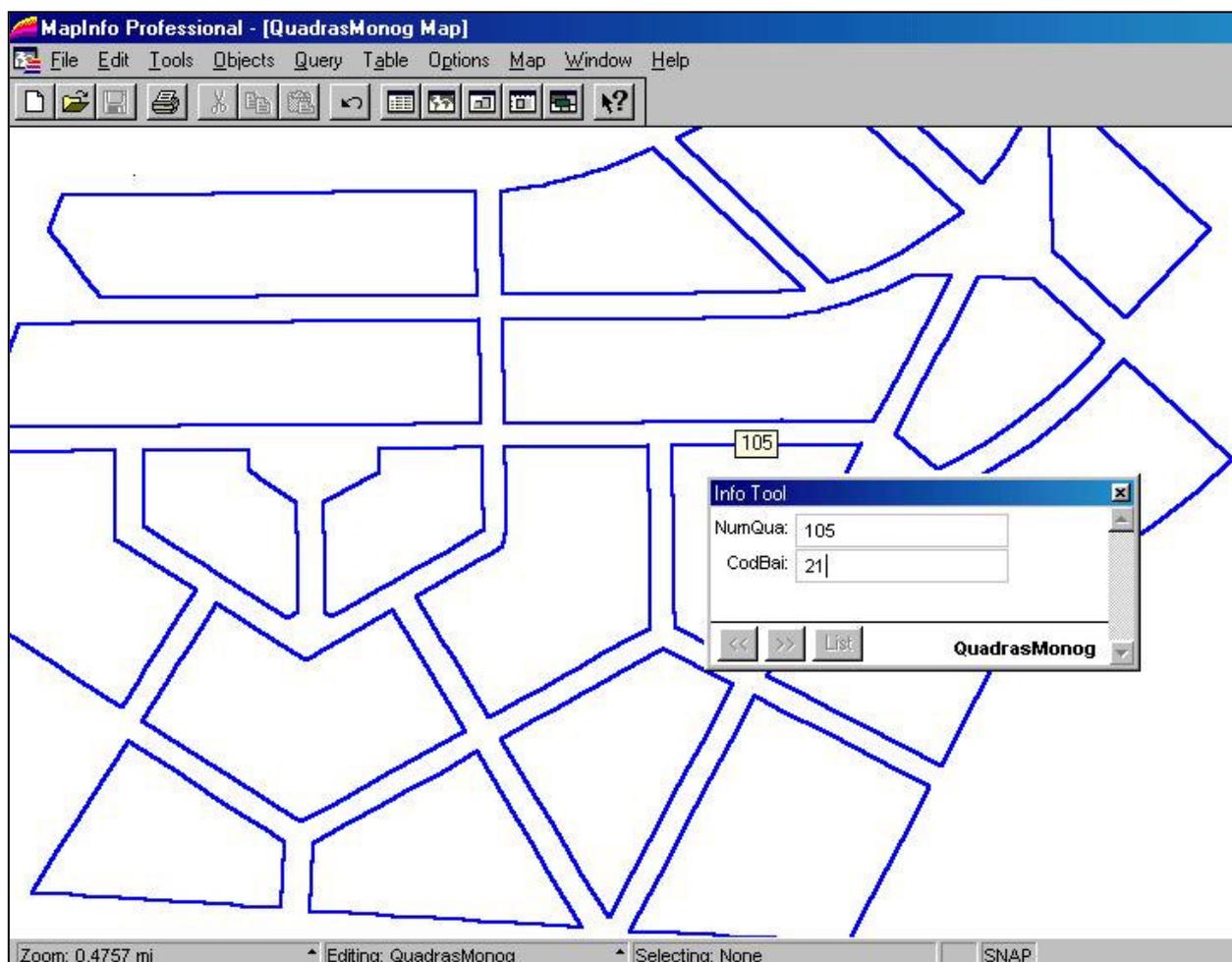


FIGURA 18 : Inserção de dados na tabela QUADRAS

Semelhantemente, o arquivo lotes em formato DXF passou pelo mesmo processo. Porém nesse caso foi necessário alterar a tabela LOTES acrescentando os campos para identificação do lote (CodLot), número da quadra (NumQua) e o código do trecho (CodTre) que ele pertence (FIGURA 19).

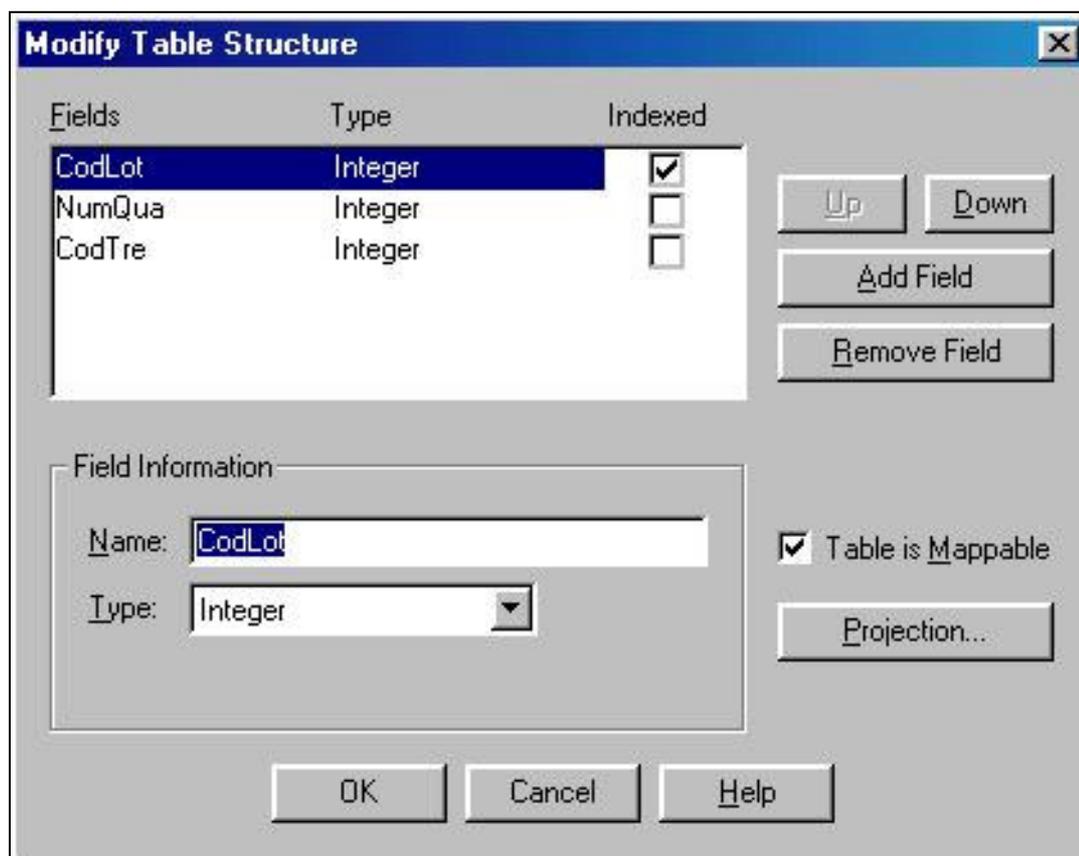


FIGURA 19 : Estrutura da tabela LOTES no MapInfo

Em seguida, foi feita a inserção dos dados, relacionando os objetos LOTES, aqui também representados por polígonos, aos respectivos campos da tabela (FIGURA 20).

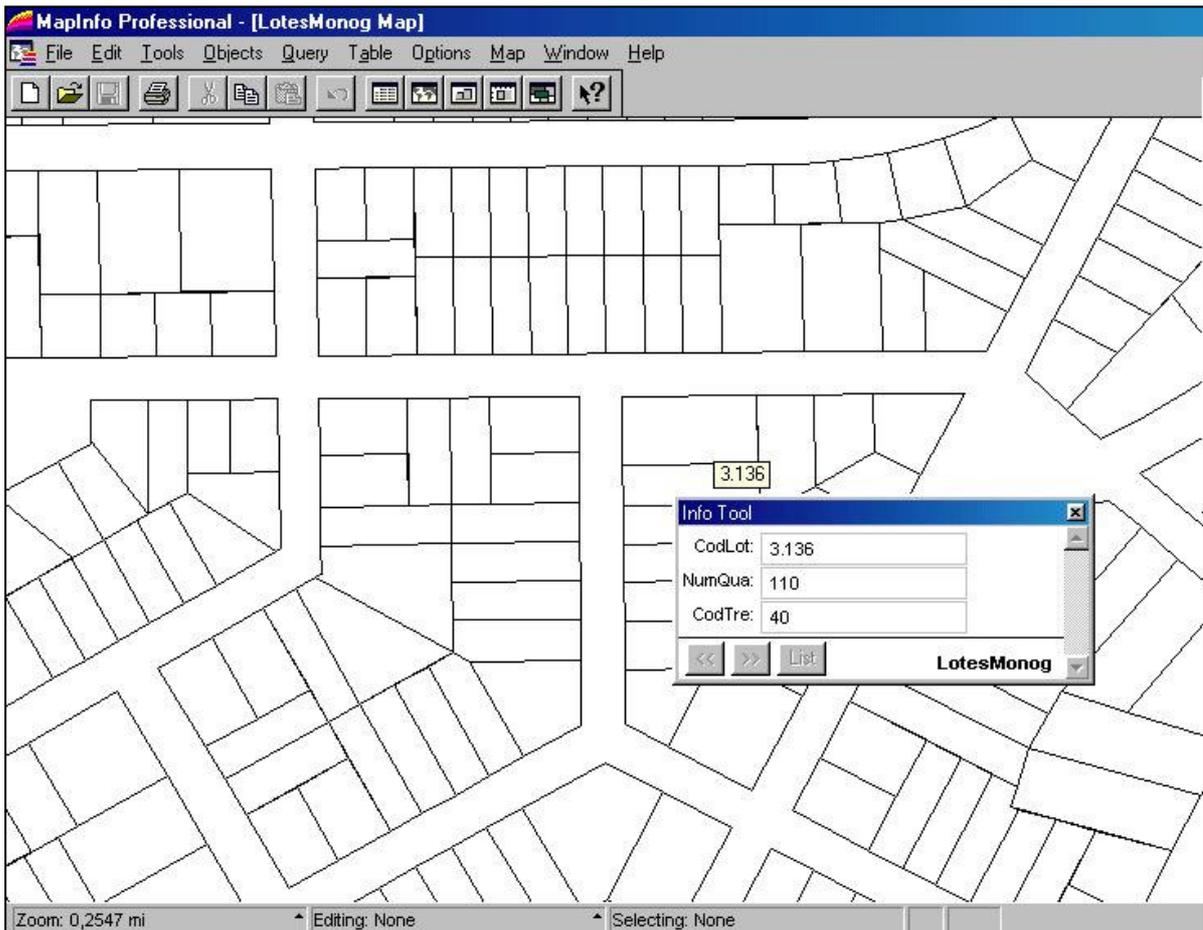


FIGURA 20 : Inserção de dados na tabela LOTES

Porém, para a realização do projeto piloto, somente os arquivos de QUADRAS e LOTES não eram suficientes. Era necessário também um arquivo com os eixos correspondente aos logradouros. Tentando facilitar e agilizar o processo de montagem da base de dados, obteve-se da empresa MAPTRAN – Engenharia e Arquitetura, um arquivo digital, em formato de arquivo MID e MIF do MapInfo Professional, contendo todos os eixos da cidade de Lagoa Santa. Esse arquivo se encontrava na mesma projeção dos arquivos obtidos da Prefeitura de Lagoa Santa, ou seja, projeção UTM (SAD 69) - Fuso 23. Porém, ao tentar abrir os *layers* QUADRAS E LOTES com o *layer* correspondente aos EIXOS, observou-se um grande problema entre eles, pois os eixos (FIGURA 21) estavam deslocados em relação às quadras e lotes. Na verdade, ao se fazer uma comparação e medição, constatou-se que havia um deslocamento somente na direção Norte-Sul, de aproximadamente 20 metros.

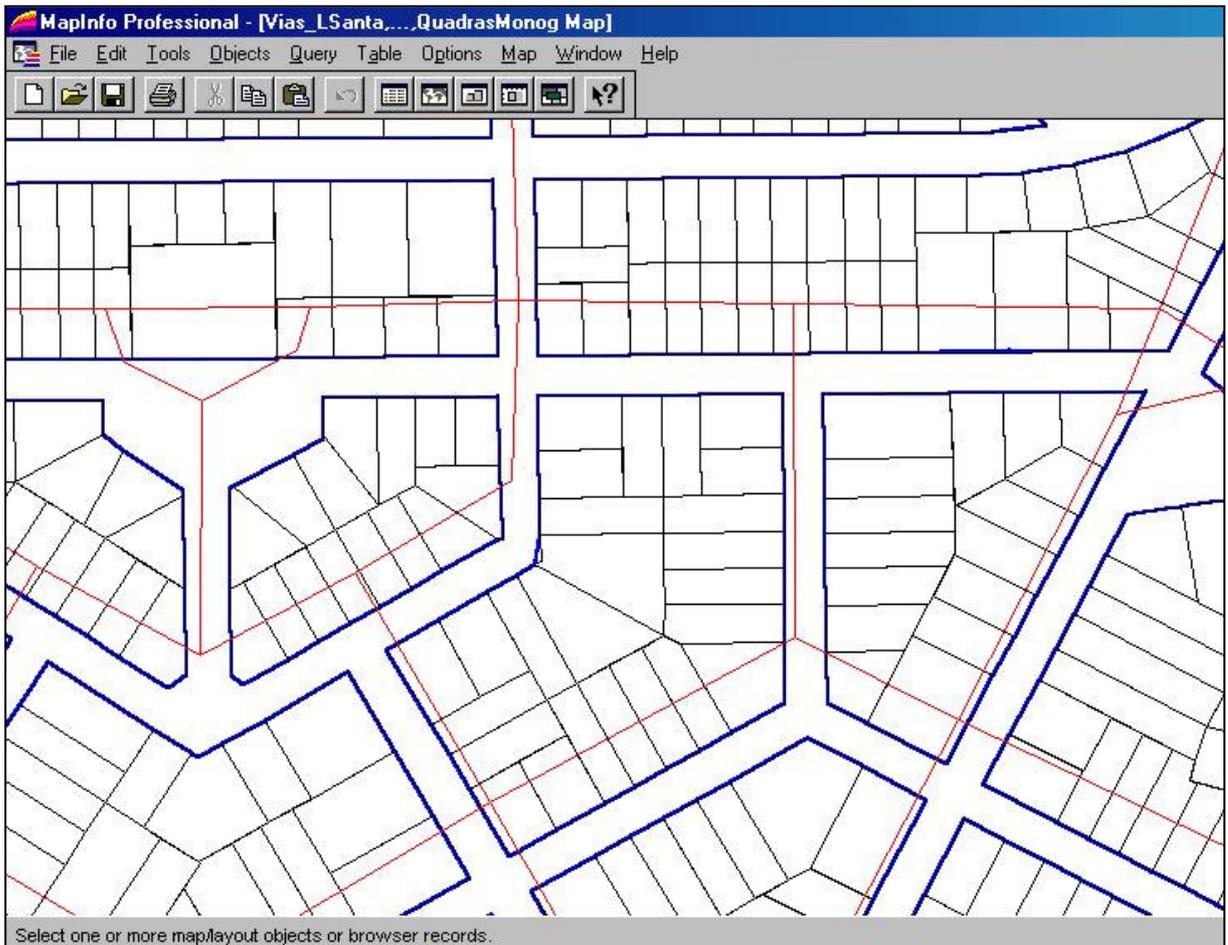


FIGURA 21: Eixos (em vermelho) deslocados em relação às quadras e lotes

Pelo fato do arquivo de eixos obtido da MapTran ser mais utilizado para roteamento e denominação de ruas e numeração, geralmente não há muita preocupação quanto ao correto posicionamento geográfico.

Diante desse problema, optou-se por fazer a correção do deslocamento dos eixos ao invés de digitalizá-los novamente, considerando que esse processo seria bem mais rápido. Utilizando o MapInfo Professional, a tabela de eixos foi exportada e salva em formato de arquivo DXF. Durante esse processo foi necessário preservar os dados dos atributos (FIGURA 22) e depois fazer a correção das coordenadas.



FIGURA 22: Exportação de dados – preservação dos dados dos atributos

Após verificação do deslocamento, constatou-se que somente a coordenada Y apresentava uma diferença de 20 metros, a qual foi retirada das coordenadas dos cantos extremos (FIGURA 23).

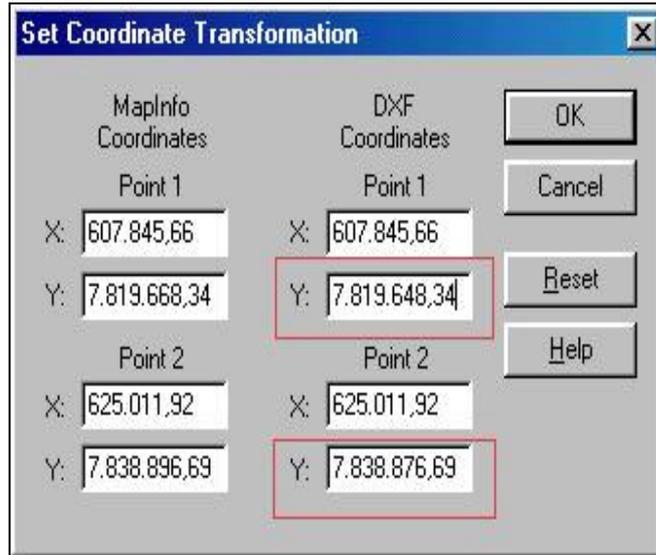


FIGURA 23: Exportação de dados – correção do deslocamento da coordenada Y

O arquivo DXF gerado após a exportação e correção do deslocamento das coordenadas, foi importado novamente para o MapInfo Professional. No entanto, deve-se ficar atento pelo fato de que durante o processo de importação, é necessário novamente manter os dados dos atributos que estão sendo importados e o mais importante (FIGURA 24), mencionar qual será a projeção utilizada pelos dados da nova tabela que será gerada. Nesse caso, selecionou-se a projeção UTM (SAD 69) - Fuso 23, devido ao fato de que os *layers* QUADRAS e LOTES já estarem usando essa projeção.

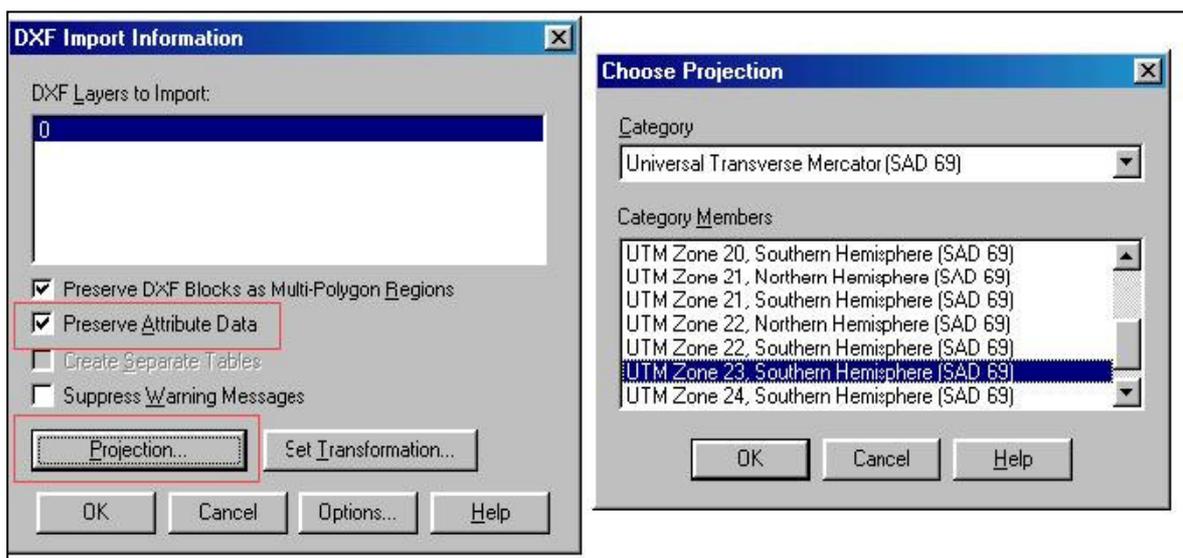


FIGURA 24: Preservação dos atributos e escolha da projeção

Como essa nova tabela de EIXOS não continha nenhuma informação e de acordo com o modelo OMT-G proposto, foi necessário alterar a estrutura dessa tabela, acrescentando os campos para identificação do trecho (CodTre), identificação do logradouro (CodLog), o tipo de logradouro (TipLog) e nome do logradouro (NomLog) que o trecho pertence (FIGURA 25).

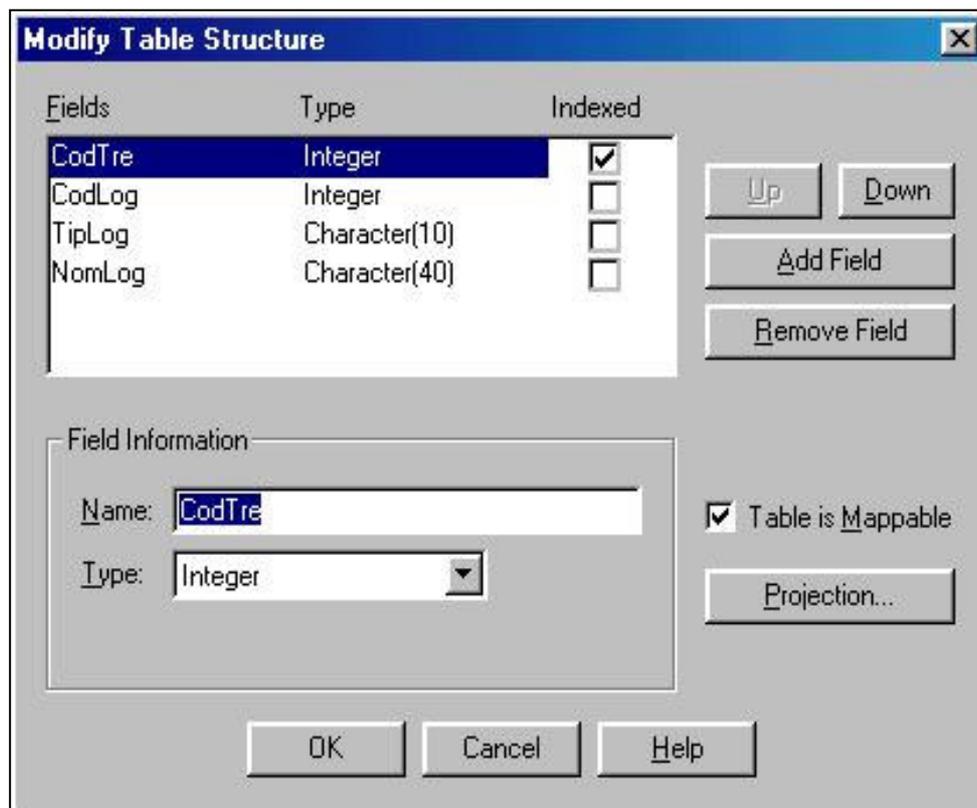


FIGURA 25: Estrutura da tabela EIXOS no MapInfo

Em seguida, foi feita a inserção dos dados na tabela, relacionando os objetos EIXOS, aqui também representados por linhas, aos respectivos campos da tabela (FIGURA 26).

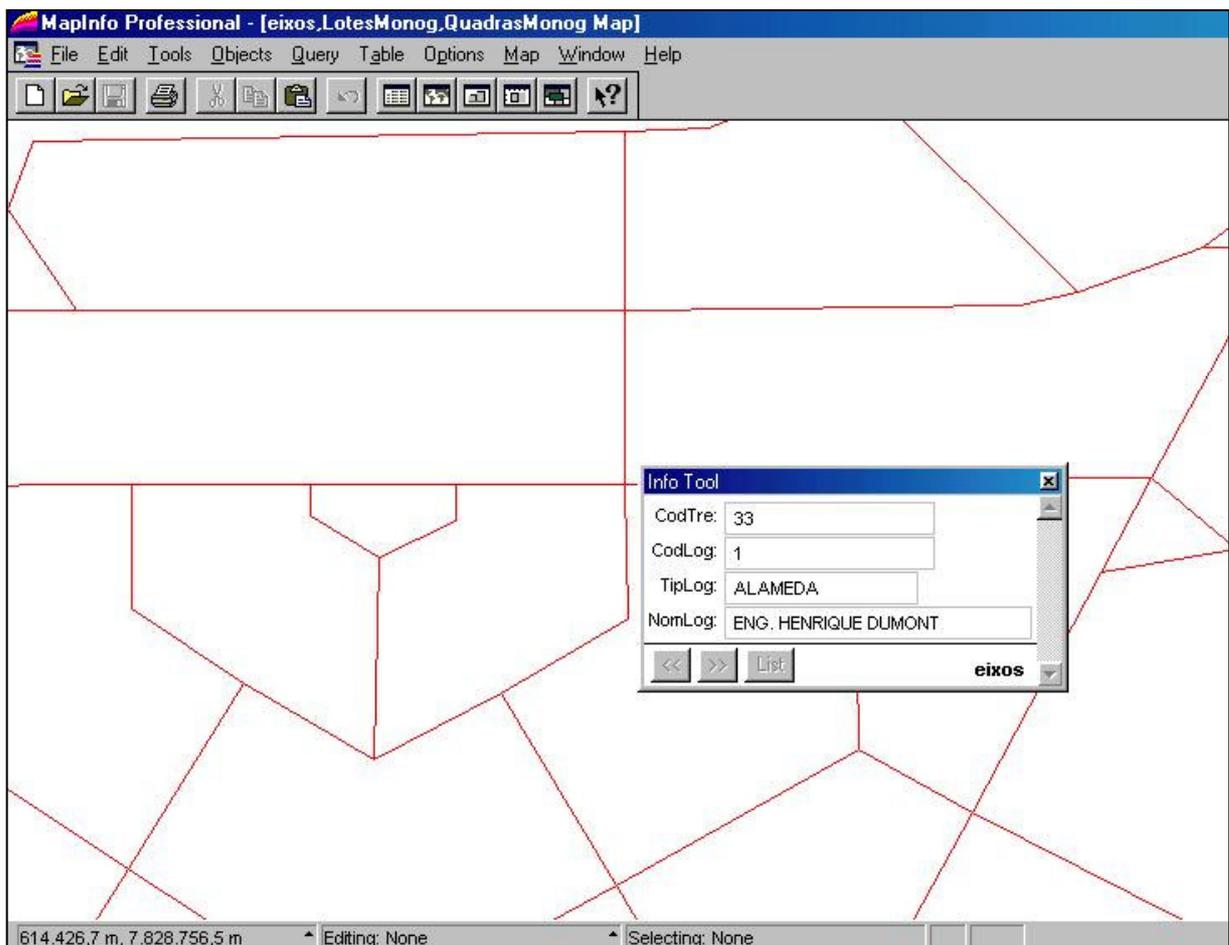


FIGURA 26 : Inserção de dados na tabela EIXOS

Uma vez que a tabela de EIXOS já continha todas as informações necessárias ao projeto, abriu-se novamente as tabelas LOTES e QUADRAS para verificar o resultado do deslocamento da coordenada Y dos eixos (FIGURA 27). Pode-se observar que os eixos não mais sobrepunham as quadras e lotes.

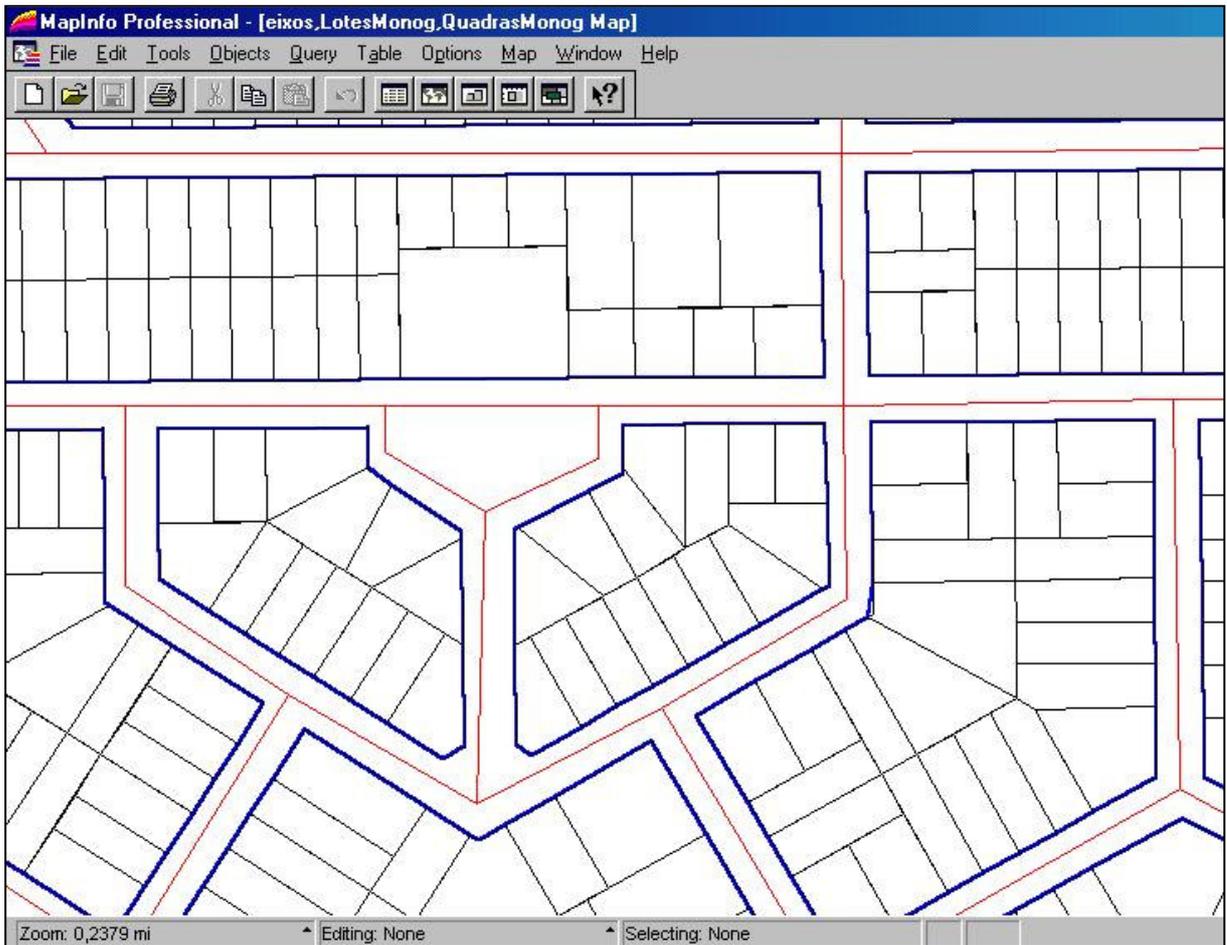


FIGURA 27 : Resultado da tabela EIXOS com QUADRAS e LOTES após deslocamento e correção da coordenada Y

Foi adquirido também da Polícia Militar de Meio Ambiente – Seção de Planejamento Operacional, dados do boletim de ocorrências (BO) referente às infrações criminais (TABELA 1), os quais foram acrescentados à base de dados para utilização nas análises espaciais.

| Nº DO B.O | DATA | SETOR | MUNICÍPIO | DESCRIÇÃO | AGENTE | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | |
|-----------|----------|-----------|----------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------|---------------|
| | | | | | | LATITUDE -S | LONGITUDE -WO |
| 207477 | 02/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb Claudinei | 19°38'35,2" | 43°54'05,6" |
| 209935 | 03/04/02 | Flora | Lagoa Santa | Devolução de Moto-Serra | Sgt Gláucio | 19°38'47,0" | 43°54'18,9" |
| 214394 | 05/04/02 | Mineração | Lagoa Santa | Fiscalização de extração de cascalho | Cb David | 19°40'29,0" | 43°52'08,9" |
| 214454 | 05/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb David | 19°38'35,2" | 43°54'05,6" |
| 217759 | 06/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb Claudinei | 19°31'58,6" | 43°57'11,2" |
| 217967 | 06/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb Claudinei | 19°38'35,2" | 43°54'05,6" |
| 220078 | 07/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb David | 19°38'35,2" | 43°54'05,6" |
| 222159 | 08/04/02 | Flora | Lagoa Santa | Recolhimento de uma moto-serra | Sgt Gláucio | 19°32'31,6" | 43°56'33,8" |
| 225052 | 09/04/02 | Flora | Lagoa Santa | Devolução de uma Moto-Serra | Cb David | 19°38'47,0" | 43°54'18,9" |
| 226902 | 10/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb Claudinei | 19°38'35,2" | 43°54'05,6" |
| 226905 | 10/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb Claudinei | 19°38'35,2" | 43°54'05,6" |
| 228938 | 11/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb Ladi | 19°33'06,8" | 43°35'30,5" |
| 228605 | 11/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb Ladi | 19°32'31,6" | 43°56'33,8" |
| 233974 | 13/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb David | 19°38'35,2" | 43°54'05,6" |
| 233980 | 13/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de lagoa | Cb David | 19°32'31,6" | 43°56'33,8" |
| 236172 | 14/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb Claudinei | 19°33'06,8" | 43°55'30,5" |
| 236173 | 14/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb Claudinei | 19°32'31,6" | 43°55'33,8" |
| 241317 | 16/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb David | 19°38'35,2" | 43°54'05,6" |
| 243396 | 17/04/02 | Fauna | Lagoa Santa | Recolhimento de um cágado | Cb Ladi | 19°38'47,6" | 43°54'30,6" |
| 243743 | 17/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Recolhimento de uma tarrafa | Cb Ladi | 19°38'47,6" | 43°54'30,6" |
| 243745 | 17/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Recolhimento de uma tarrafa | Cb Ladi | 19°31,58,6" | 43°57'11,2" |
| 245599 | 18/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb David | 19°38'44,2" | 43°53'12,8" |
| 253185 | 21/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb Claudinei | 19°38'35,2" | 43°54'05,6 |
| 255250 | 22/04/02 | Pesca | Lagoa Santa | Fiscalização de Lagoa | Cb David | 19°37'52,5" | 43°58'52,3" |
| 255283 | 22/04/02 | Pesca | Pedro Leopoldo | Fiscalização de Lagoa | Cb David | 19°31'58,6" | 43°57'11,2" |
| 267289 | 27/04/02 | Flora | Lagoa Santa | Fiscalização de poluição | Cb Claudinei | 19°40'04,0" | 43°55'01,7" |
| 267349 | 27/04/02 | Flora | Lagoa Santa | Fiscalização de poluição | Cb Claudinei | 19°40'04,0" | 43°55'01,7" |
| 266806 | 27/04/02 | Flora | Lagoa Santa | Fiscalização em APP | Cb Claudinei | 19°37'04,5" | 43°54'03,2" |

Tabela 1 : Boletim de ocorrências – infrações criminais

Depois de todos esses processos, deve-se ressaltar que um dos grandes problemas para a elaboração de um projeto de SIG, é montar a base de dados. Certamente nem sempre será possível encontrar uma base de dados pronta, que contenha todas as informações necessárias para a elaboração do projeto.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Apesar de um SIG disponibilizar diversas informações, espera-se com esse projeto facilitar a tomada de decisão dos comandantes da Polícia Militar de Meio Ambiente, permitindo uma visão mais ampla (FIGURA 28) do local das incidências criminais, ou seja, a nível de todo o município, bem como uma visão mais detalhada (FIGURA 29), caso seja necessário.

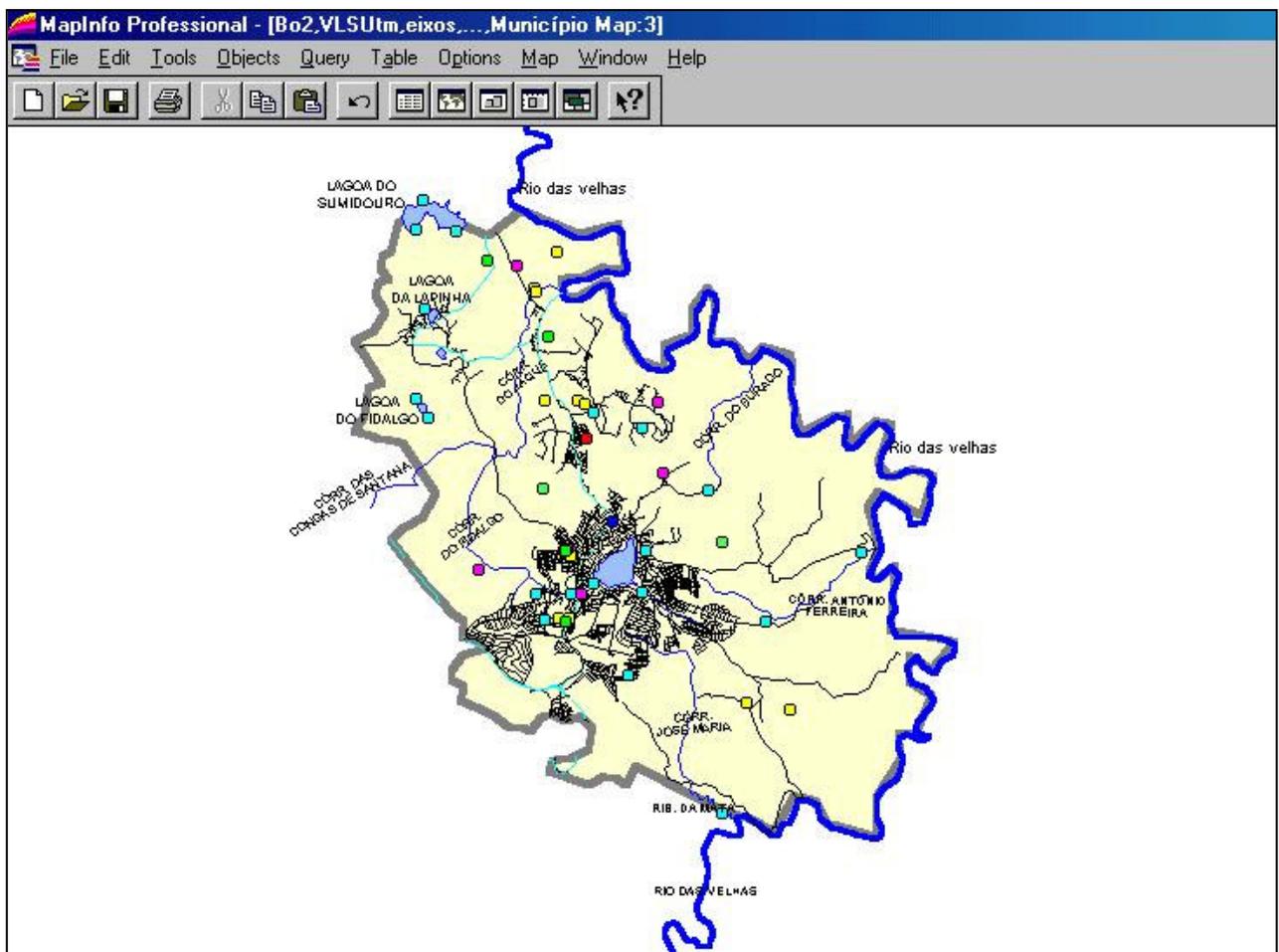


FIGURA 28 : Visualização mais ampla dos locais de infrações criminais (por município)

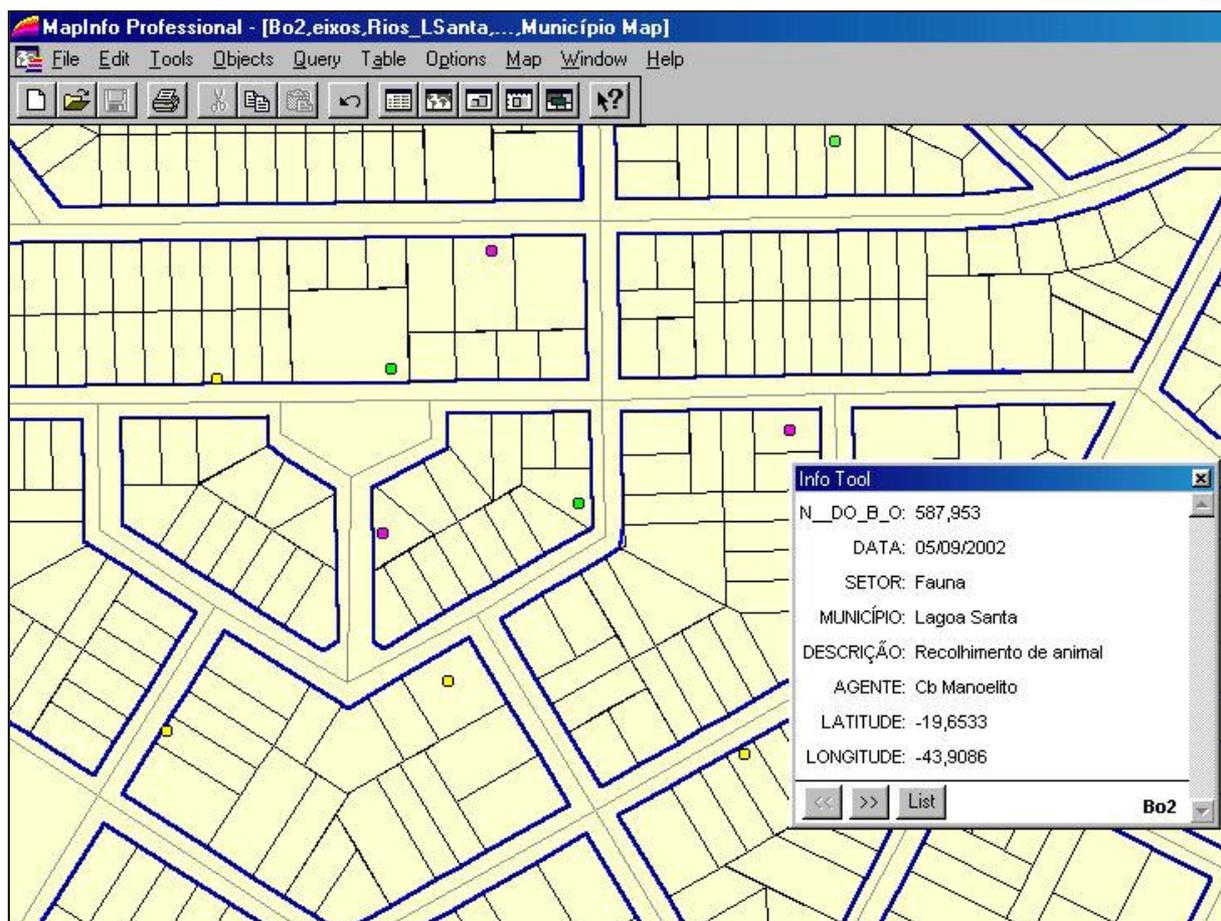


FIGURA 29 : Visualização mais detalhada dos locais de infrações criminais (por quadras, lotes e logradouros)

Sendo assim, dependendo do tipo de informação necessária para a tomada de decisões, e usando comandos SQL , pode-se fazer diferentes tipos de análises , tais como :

- **identificar quais LOTES possuem ocorrências de um certo tipo, por exemplo : flora e degradação (FIGURA 30)**

Na figura abaixo, os símbolos em amarelo representam infrações do tipo FLORA e os símbolos em verde representam DEGRADAÇÃO.

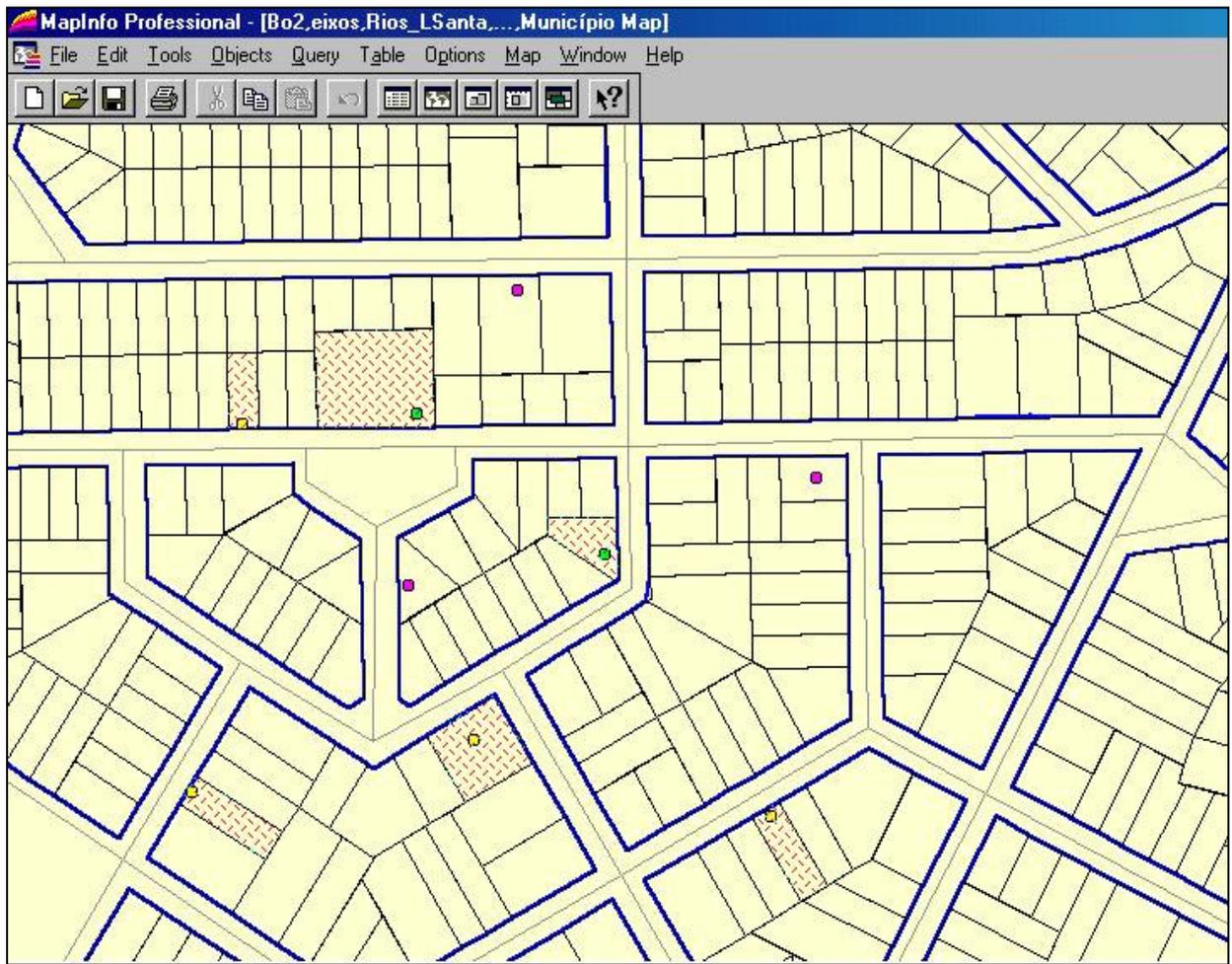


FIGURA 30 : Identificação de LOTES com infrações do tipo FLORA e DEGRADAÇÃO

- identificar quais EIXOS possuem ocorrências do tipo flora (FIGURA 31);

Na figura abaixo, os símbolos em amarelo representam infrações do tipo FLORA e as linhas destacadas em vermelho representam os EIXOS.

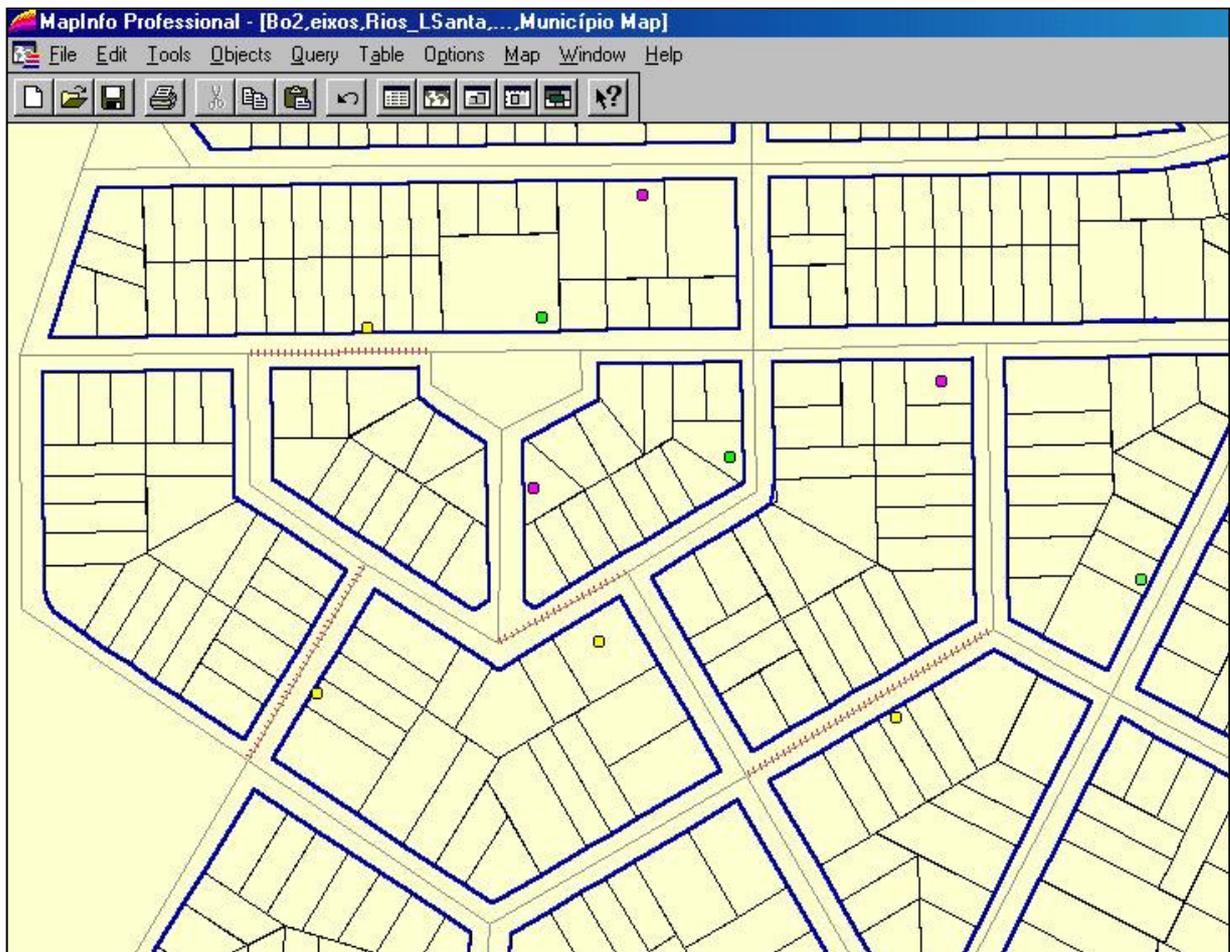


FIGURA 31: Identificação de EIXOS com infrações do tipo FLORA

A partir dessas informações, é possível estar exportando esses dados para um *software* específico de controle e localização de veículos, o qual permitirá não só traçar rotas específicas para o patrulhamento das viaturas, bem como permitir aos comandantes fiscalizar se realmente o trajeto estabelecido foi percorrido corretamente.

Porém, para a realização dos testes, optou-se por desenhar a rota no próprio *MapInfo Professional*, utilizando para isso a ferramenta *LINE* (FIGURA 32) e o nível cosmético.

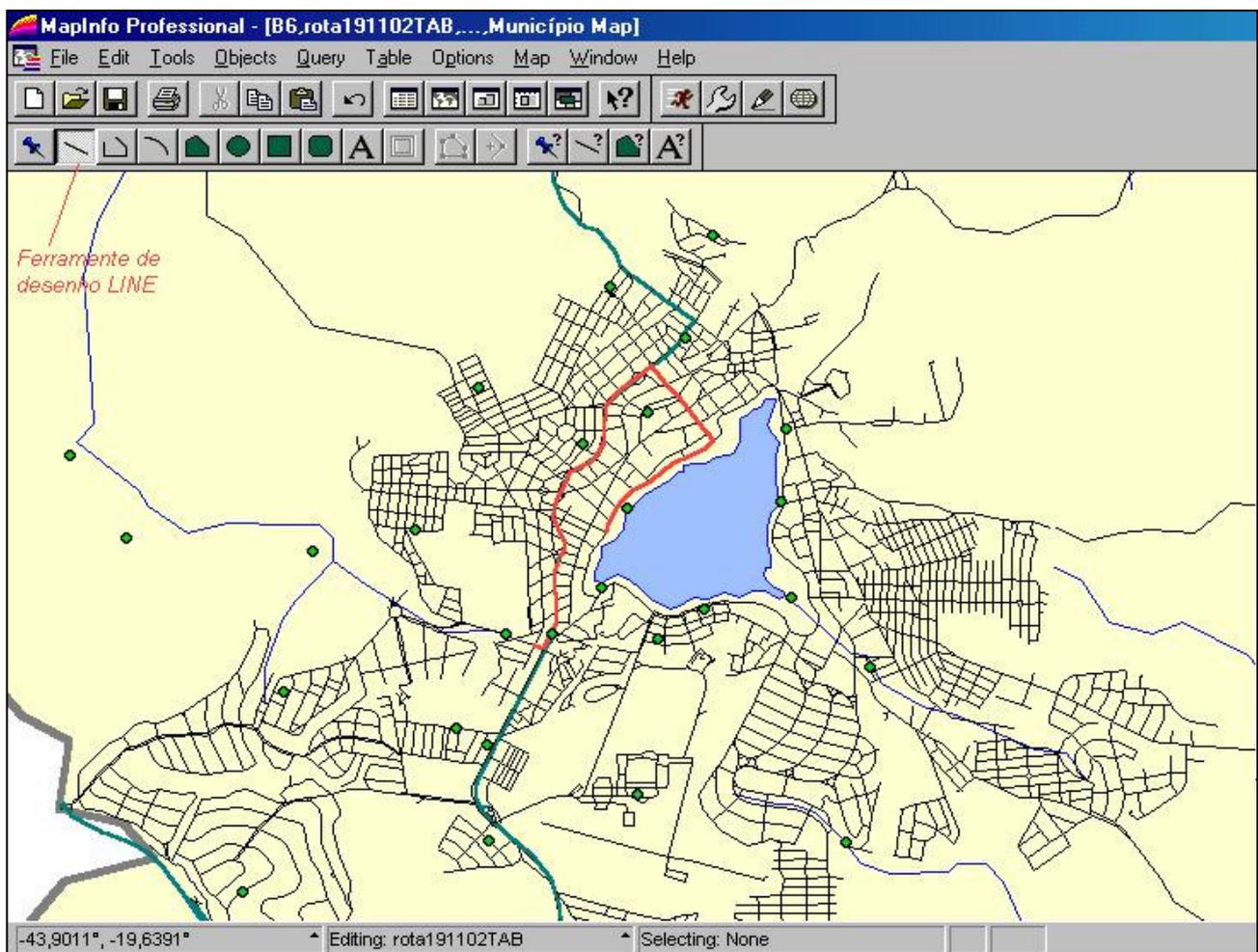


FIGURA 32 : Geração de rota para patrulhamento da viatura (destaque em vermelho)

Após a definição da rota, os dados que estavam no nível cosmético foram salvos em uma nova tabela, permitindo assim que essa tabela pudesse ser aberta a qualquer momento juntamente com os demais níveis .

Para a realização do teste em campo, utilizou-se um *módulo MTC-300* (FIGURA 33), equipamento AVL/GPS da empresa Maxtrack Industrial Ltda, o qual possui tamanho reduzido, alimentação de 10 a 38 VDC, antena de GPS ativa com base magnética, memória interna para armazenamento de até 6000 posições, 4 entradas digitais, 4 saídas digitais, circuito de áudio e sensor de ignição. Esse equipamento opera tanto no modo On-line (conectado a um celular), quanto no modo Off-line (sem conexão a um celular).



FIGURA 33 : Equipamento AVL/GPS Maxtrack MTC-300

Dessa forma, o módulo *AVL/GPS MTC-300* foi instalado em uma viatura da Polícia Militar de Meio Ambiente e depois a mesma foi liberada para efetuar seu patrulhamento de costume. Nesse caso, optou-se por operar com o módulo em modo Off-line, onde todos os dados obtidos dos satélites de GPS, como as posições de deslocamento do veículo, foram gravados em sua memória .

Como o objetivo era verificar o trajeto percorrido pela viatura, após esta ter feito o patrulhamento designado pelo comandante, os dados gravados na memória do módulo *AVL/GPS MTC-300* foram recolhidos do equipamento, via cabo serial, gerando um arquivo proprietário de extensão (*.JG1), o qual não poderia ser reconhecido e importado para dentro do *MapInfo Professional*.

Porém, a intenção era usar o próprio *MapInfo Professional* para comparar a rota estabelecida com a rota percorrida pela viatura. Dessa forma, foi necessário desenvolver um programa (FIGURA 34) que fizesse a conversão dos dados obtidos do módulo (*.JG1) para o formato (*.MIF).

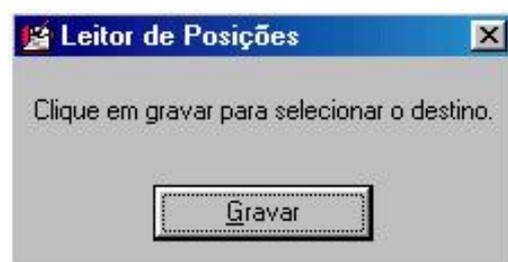


FIGURA 34 : Tela do programa conversor de arquivo JG1 para arquivo MIF

```
RotaViatura.mif - Bloco de notas
Arquivo Editar Pesquisar Ajuda
Version 300
Charset "WindowsLatin1"
Delimiter ","
CoordSys Earth Projection 1, 104
Columns 1
  ID Integer
Data
Line -43,9810409545898 -19,9297294616699 -43,9813499450684 -19,9287796020508
      Pen (2,2,16728128)
Line -43,9813499450684 -19,9287796020508 -43,9815292358398 -19,9284191131592
      Pen (2,2,16728128)
Line -43,9815292358398 -19,9284191131592 -43,9816284179688 -19,9282398223877
      Pen (2,2,16728128)
Line -43,9816284179688 -19,9282398223877 -43,9817008972168 -19,928129196167
      Pen (2,2,16728128)
Line -43,9817008972168 -19,928129196167 -43,9817504882813 -19,9280490875244
      Pen (2,2,16728128)
Line -43,9817504882813 -19,9280490875244 -43,9817886352539 -19,9279899597168
      Pen (2,2,16728128)
Line -43,9817886352539 -19,9279899597168 -43,981819152832 -19,9279499053955
      Pen (2,2,16728128)
Line -43,981819152832 -19,9279499053955 -43,9818382263184 -19,9279193878174
      Pen (2,2,16728128)
Line -43,9818382263184 -19,9279193878174 -43,981861114502 -19,9279003143311
      Pen (2,2,16728128)
```

FIGURA 35 : Arquivo MIF gerado após conversão dos dados lidos do MTC-300

Na verdade, esse programa foi desenvolvido através da linguagem de programação *Visual Basic 6.0* e permite converter os dados obtidos do módulo para o formato MIF (FIGURA 35). Esse arquivo, após ser importado para o *MapInfo Professional* e se transformar em uma nova tabela com a rota percorrida pela viatura (FIGURA 36), pode ser comparado, visualmente (FIGURA 37), com a rota que foi estabelecida previamente para o patrulhamento.

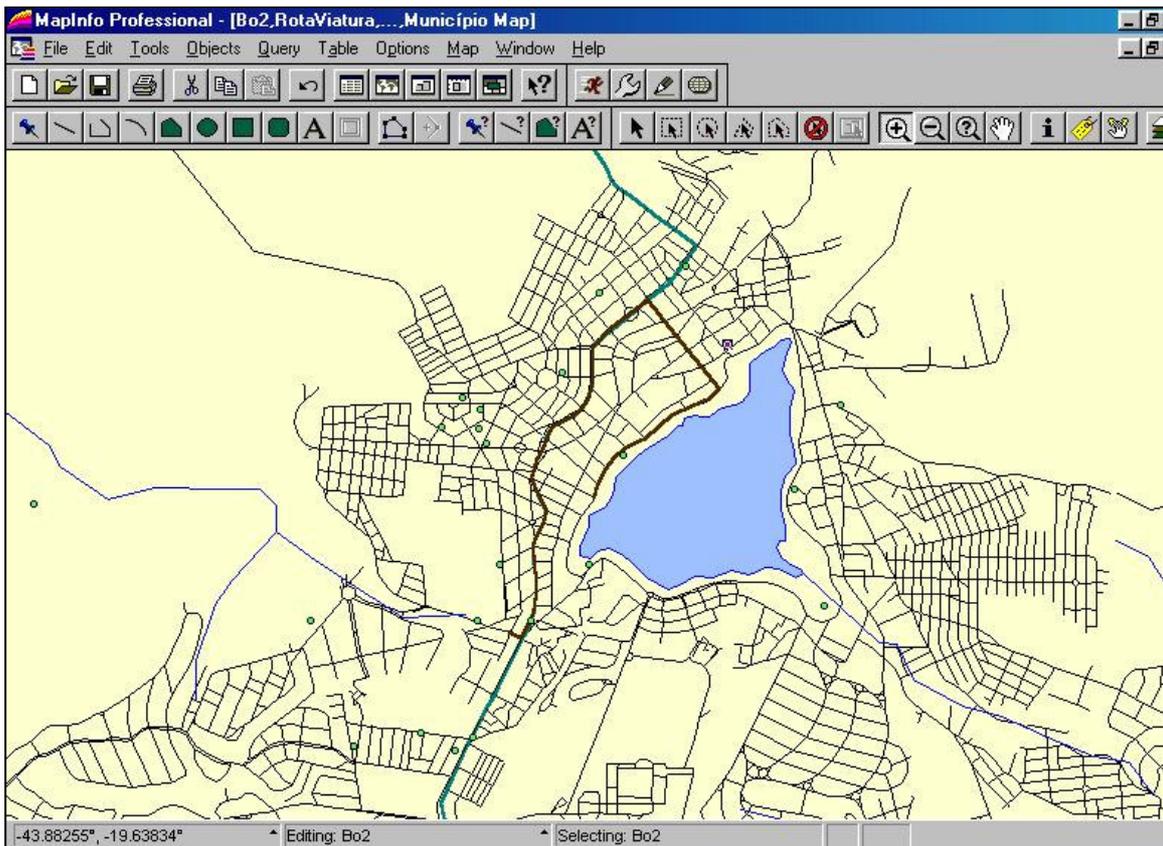


FIGURA 36: Rota percorrida pela viatura (destaque em marrom)

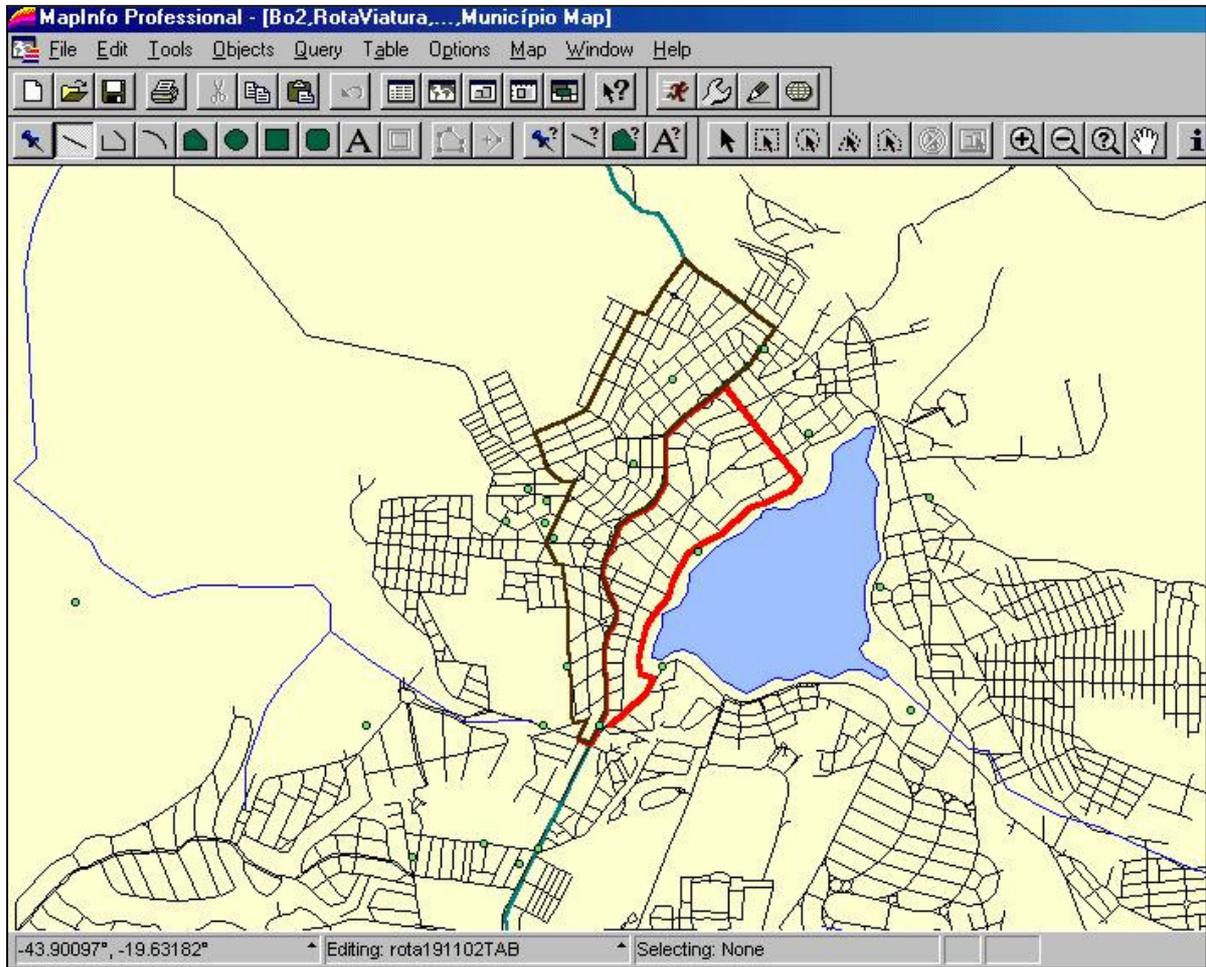


FIGURA 38 : Desvio (em marrom) da rota estabelecida (em vermelho)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que inúmeras são as informações que podem ser obtidas através de um SIG. Porém, com a realização desse projeto, espera-se não só auxiliar os comandantes na coordenação, controle e tomada de decisões, mas permitir também a localização e identificação dos locais das infrações criminais em um mapa digital, fiscalizar o local de patrulhamento das viaturas, o que de certa forma implica em benefícios do tipo inibição dos abusos e irregularidades, aumento da produtividade, economia de combustível, diminuição do risco patrimonial e pessoal e, maior eficiência e qualidade na prestação de serviços à população.

Na verdade, os testes realizados para esse projeto foram feitos de maneira off-line, ou seja, a leitura das posições do deslocamento da viatura, que estavam gravadas na memória do equipamento AVL/GPS MTC-300, foi feita manualmente e depois realizou-se uma comparação visual entre a rota estabelecida com a rota realmente percorrida. Essa forma de trabalho funciona perfeitamente, porém permite fazer um acompanhamento e fiscalização das viaturas somente quando essas retornarem para suas companhias.

Como trabalho futuro e para tornar tal projeto realmente prático e mais eficiente, aconselha-se desenvolver alguma forma de comunicação e iteração on-line, onde a viatura possa estar sempre em contato com uma Central de Controle, enviando informações, em intervalos de tempos pré-determinados, tanto de sua localização como de alguns sensores que por ventura estejam instalados. Para isso, seria necessário que cada viatura estivesse equipada com um módulo AVL/GPS MTC-300 acoplado a um celular, o qual seria o responsável pela comunicação entre a Central de Controle e a viatura. Atualmente, com o avanço das telecomunicações e o surgimento da tecnologia de celular GSM com transmissão de dados por GPRS, é possível trafegar grandes quantidades de dados por um preço bem baixo, o que viabiliza esforços e estudos para tentar desenvolver sistemas que permitam operar com dados remotos e de repente até GIS dinâmicos.

Dessa forma, seria possível controlar, coordenar e ter uma fiscalização muito melhor do deslocamento das viaturas, sem a necessidade de ter que esperar o retorno das mesmas

até a garagem da companhia. Um outro benefício seria identificar com maior precisão quais viaturas seriam deslocadas para atender uma determinada ocorrência, uma vez que, tendo os dados ou coordenadas do local da infração e a real localização da viatura, ficaria muito mais fácil para o comandante da guarnição tomar suas decisões e estabelecer prioridades de deslocamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, K. A. V. *Modelagem de dados geográficos – uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas*. Dissertação de Mestrado, Escola de Governo de Minas Gerais, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997.

CÂMARA, G., CASANOVA, M.A. , HEMERLY, A.S. , MAGALHÃES, G.C., MEDEIROS, C.B.. *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. Instituto de Computação - UNICAMP, 1996.

CÂMARA, G.; DAVIS,C.; MONTEIRO, A.M.; D'ALGE, J.C. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos, INPE, 2001 (2a. edição, revista e ampliada). Livro on-line, disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>

DAVIS JR., C. A., FONSECA, F. T. *Geração de dados em CAD para GIS: precauções*. In *Anais do GIS Brasil'94*, Seção SIG e Conversão de Dados, 43-47, 1994.

DAVIS JR., C. A. *Critérios para escolha de um GIS*. *InfoGeo* 1(1):17, 1998.

DAVIS JR., C. A. *Modelagem de dados geográficos (parte I)*. *InfoGeo* 1(2):38-40, 1998.

DAVIS JR., C. A., FONSECA, F. T. *Conceitos e Aplicações em GIS*. Belo Horizonte, UFMG-IGC,1999. (Notas de Aula do Curso de Especialização em Geoprocessamento). Disponibilidade e acesso: < <http://www.cdavis.hpg.ig.com.br>>

FONSECA, F. T. *Uma Interface para Acesso a Dados Geográficos pela Internet*. Dissertação de Mestrado, Escola de Governo de Minas Gerais, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997.

TIMBÓ, Marcos A., *Elementos de Cartografia*. Belo Horizonte : UFMG-IGC, 2001.
59p (Notas de Aula do Curso de Especialização em Geoprocessamento).

Disponibilidade e acesso: < <http://capela.csr.ufmg.br/geoprocessamento>>

UNESP. Geo na Internet. Documento on-line, URL
<http://www2.prudente.unesp.br/cartosig/SIG>. Acessado em 11/03/2003.