

**LUIZ THIAGO SILVA**

**BANCO DE DADOS DE SISTEMAS GEOGRÁFICOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciência da Computação.

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS

Orientador: Prof. Eduardo Macedo Bhering

**BARBACENA**

2003

**LUIZ THIAGO SILVA**

**BANCO DE DADOS DE SISTEMAS GEOGRÁFICOS**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado à obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência da Computação da Universidade Presidente Antônio Carlos.

Barbacena – MG, 02 julho de 2003

---

Prof. Eduardo Macedo Bhering - Orientador do Trabalho

---

Prof. Ms Elio Lovisi Filho - Membro da Banca Examinadora

---

Prof. Ms Marcelo M. Coelho - Membro da Banca Examinadora

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço a todo corpo docente do curso de ciência da computação, especialmente ao meu orientador Eduardo Bhering.*

## **RESUMO**

Este trabalho aborda a utilização de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) Objeto-Relacional para a implementação de uma base de dados de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Atualmente, grande parte dos SIG's não utilizam um SGBD para o armazenamento dos dados espaciais, característica esta importante para garantir a interoperabilidade dos dados. Ao longo do trabalho é feita a descrição da estrutura de um SIG, incluindo seus componentes e formas de representação de dados. Também é discutido o processo de modelagem e uma ferramenta de suporte a esse processo chamada CaseGeo. Finalmente, foi escolhida uma aplicação real como estudo de caso e implementação, com o objetivo de validar os conceitos aqui discutidos.

## SUMÁRIO

.....	6
<u>LISTAS.....</u>	<u>7</u>
<u>1 INTRODUÇÃO.....</u>	<u>9</u>
<u>2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....</u>	<u>12</u>
<u>3 GEOFRAME.....</u>	<u>27</u>
<u>4 CASEGEO.....</u>	<u>32</u>
<u>5 ESTUDO DE CASO.....</u>	<u>38</u>
<u>6 RESULTADOS.....</u>	<u>40</u>
<u>7 CONCLUSÃO.....</u>	<u>59</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>60</u>

## LISTAS

<b>Figura 1. Componentes de um SIG.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 2. Espectro eletromagnético.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 3. Exemplo de representação matricial e vetorial. ....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 4.Exemplo de redução de coordenadas.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 5.Diagrama de classes do Geoframe. ....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 6. Estereótipos do framework geoframe.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 7. Arquitetura da ferramenta CaseGeo. ....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 8.Ambiente de trabalho do Visio, com a utilização do CaseGeo.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 9.Exemplo de edição de uma classe. ....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 10. Exemplo de um esquema. ....</b>	<b>36</b>

<b>Figura 11. Modelo Conceitual para o MUB. ....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 12. Visualização geral dos dados. ....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 13. Seleção de um lote. ....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 14. Visualização geral dos registros de uma propriedade ....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 15. Consulta A1 ....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 16. Consulta A2 ....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 17. Consulta A3 ....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 18. Inserção de Classe ....</b>	<b>57</b>



# 1 INTRODUÇÃO

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) caracteriza os sistemas de informação que tornam possível a captura, modelagem, manipulação, análise e apresentação de dados referenciados geograficamente. O SIG possui quatro grandes componentes: componente de captura de dados, componente de armazenamento, componente de análise e componente de apresentação.

Em vários aplicativos SIG, o componente de gerenciamento do banco de dados manipula somente as informações espaciais, sendo os dados descritivos relacionados gerenciados por um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) convencional, normalmente um SGBD relacional. Inúmeras limitações surgem dessa abordagem: Como o SIG é responsável pelo gerenciamento de sua base de dados, surgem problemas de segurança, compartilhamento, eficiência, entre outros. Normalmente estes sistemas não oferecem mecanismos de especificação e implementação de restrições de integridade espacial, disponibilizando apenas mecanismos de verificação das restrições topológicas básicas (como adjacência e conectividade).

Com o surgimento e difusão dos SGBD's Orientados a Objeto e os Objeto-Relacionais (ODMS), que permitem o armazenamento de estruturas complexas, através da definição de classes que representam os objetos espaciais e possibilidade de definição dos métodos e restrições aos objetos da classe, surge uma tendência de utilização destes gerenciadores para a manutenção de uma base integrada (gráfica+descritiva) por parte dos softwares de SIG comerciais. Desta forma, os SIGs passariam a contar com os benefícios do gerenciamento pelo SGBD. Um exemplo seria a possibilidade de inclusão de restrições de integridade que, uma vez definidas através do SGBD, não seriam violadas, devido a existência de mecanismos para assegurar que as restrições especificadas sejam atendidas.

Alguns sistemas disponíveis no mercado já adotam mecanismos de acesso à base de dados armazenada em SGBD's Objeto-Relacionais.

Para isso, é necessário que as restrições do problema sejam levantadas na fase de projeto da aplicação, através de um método de modelagem que permita a especificação das características inerentes a aplicações geográficas. Esta é também uma forma de assegurar a qualidade de uma base de dados geográfica, impondo restrições de integridade, que devem ser verificadas à medida que os dados são inseridos ou modificados.

O projeto de um banco de dados deve ser realizado com o apoio de um modelo de dados de alto nível, também conhecido como modelo conceitual. Durante vários anos, as pesquisas no campo dos modelos de dados para SIG centravam-se apenas na busca por estruturas de dados para armazenamento de dados georreferenciados.

A utilização de ferramentas CASE, que auxiliem os profissionais da área na tarefa de modelagem e geração dos esquemas conceituais, bem como na tradução destes esquemas em seus respectivos esquemas lógicos, facilitaria o trabalho dos projetistas e administradores de dados de um SIG, principalmente considerando que a maioria não é necessariamente um especialista da área de computação. Outra vantagem é a possibilidade de representação do esquema de dados de forma clara e de fácil entendimento, através de uma ferramenta que possibilite também a adequada documentação do esquema.

A necessidade de um novo modelo conceitual para se modelar uma aplicação de banco de dados geográficos vem sendo estudada desde o final da década de 80. De lá para cá surgiram diversas propostas nesse sentido, embora ainda não se tenha atingido uma padronização para este processo.

O restante do documento está organizado como se segue: No capítulo 2 é apresentado toda a estrutura de um Sistema de Informação Geográfica, explicando detalhadamente seus componentes e sua utilização, no capítulo 3 é apresentado como se modelar um banco de dados com a utilização de objetos espaciais, apresentando o UML-Geoframe, no capítulo 4 é apresentado a ferramenta CASE CaseGeo uma ferramenta para a modelagem baseada no geoframe, no capítulo 5 é apresentado o estudo do caso, ou seja, a

justificativa para tal projeto e o capítulo 7 enfim nos mostra finalidade, a modelagem e o funcionamento do sistema.

## 2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Como foi visto anteriormente, Sistemas de Informação Geográfica são sistemas que permitem a captura, armazenamento, manipulação, recuperação, análise e representação de dados referenciados geograficamente, ou seja, dados que descrevem fenômenos geográficos e os representam.

Uma das principais características de um SIG é sua capacidade de manipular dados gráficos e não-gráficos de maneira integrada, provendo uma forma consistente para a análise e consulta [LIS00].

Dados geográficos possuem quatro aspectos comuns: A descrição do fenômeno geográfico, sua posição geográfica, relacionamentos espaciais com outros fenômenos geográficos, intervalo de tempo em que o fenômeno existe ou é válido.

Estas características citadas acima são classificadas em duas categorias:

- Dados convencionais – atributos alfanuméricos usados para armazenar os dados descritivos e temporais;
- Dados espaciais – atributos que descrevem a geometria, a localização geográfica e os relacionamentos espaciais;

Uma outra forma de dados são os pictóricos, são dados armazenam imagem de regiões geográficas (exemplo: uma foto de uma região geográfica).

Existe também um sistema muito conhecido que manipula dados espaciais, como o CAD (Computer Aided Design) ou Projeto Auxiliado por Computador, porém os grandes problemas deste tipo de sistema é não dar suporte para representação de relacionamentos espaciais entre fenômenos geográficos e suas operações de análise espacial são bem restritas.

Sistemas de geoprocessamentos são todos os sistemas computacionais capazes de representar dados georreferenciados. Hoje em dia há uma tendência de crescimento no número de aplicações para um Sistema de Informação Geográfica.

A lista abaixo mostra uma série de aplicações onde os Sistemas de Informação Geográficas são utilizados:

- Ocupação Humana – redes de infra-estrutura; planejamento e supervisão de limpeza; cadastramento territorial urbano; mapeamento eleitoral; rede hospitalar; rede de ensino; controle epidemiológico; roteamento de veículos; sistemas de informações turísticas; controle de tráfego aéreo; sistemas de cartografia náutica; serviços de atendimentos emergenciais;
- Uso de Terra – planejamento agropecuário; estocagem e escoamento de produção agrícola; classificação de solos; gerenciamento de bacias hidrográficas; planejamento de barragens; cadastramento de propriedades rurais; levantamento topográfico e planimétrico; mapeamento do uso da terra;
- Uso de Recursos Naturais – controle do extrativismo vegetal e mineral; classificação de poços petrolíferos; planejamento de gasodutos e oleodutos; distribuição de energia elétrica; identificação de mananciais; gerenciamento costeiro e marítimo;
- Meio Ambiente – controle de queimadas; estudos de modificações climáticas; acompanhamento de emissão e ação de poluentes; gerenciamento florestal de desmatamento e reflorestamento;
- Atividades Econômicas – Planejamento de marketing; pesquisas sócio-econômicas; distribuição de produtos e serviços; transporte de matéria-prima;

## **2.1 COMPONENTES DE UM SIG**

Um SIG não é apenas um software integrado com várias funções, mas sim um conjunto de ferramentas que possibilitam a integração de dados georreferenciados. Alguns desses sistemas necessários para um SIG são: Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados geográficos, procedimentos para a obtenção, manipulação, exibição e impressão de dados com representação gráfica; e algoritmos e técnicas para análise de dados espaciais.

É bom lembrar que nem todos os SIGs possuem componentes iguais.

### **2.1.1 SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA**

O sistema de visualização cartográfica permite, a partir de elementos selecionados no banco de dados, produzir mapas de saída na tela ou em dispositivos de impressão. Antigamente a maioria dos sistemas de visualização cartográfica ofereciam apenas uma saída cartográfica muito básica, e recomendava-se o uso de softwares de editoração de alta qualidade para satisfazer necessidades de produção mais sofisticadas, como operação de cores [EAS95].

A figura 1 apresenta mostra todos os componentes de um SIG, é bom lembrar que nem todos SIG irão utilizar todas os componentes existentes.

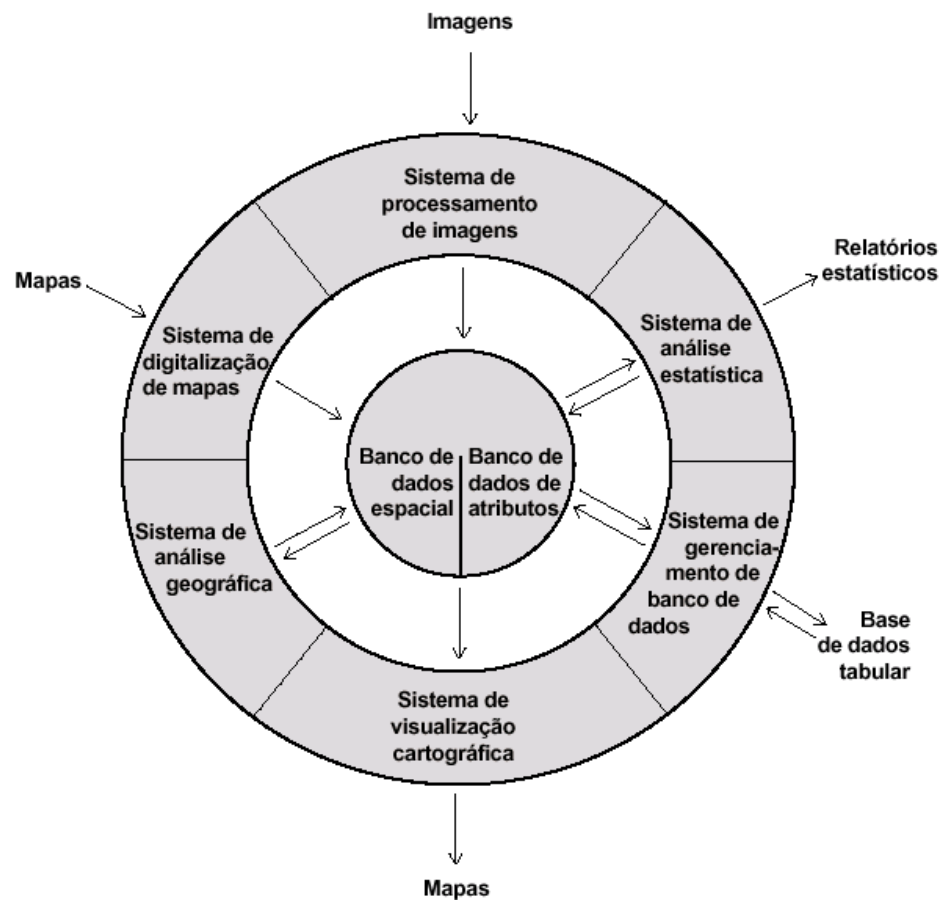


Figura 1. Componentes de um SIG.

### 2.1.2 SISTEMA DE DIGITALIZAÇÃO DE MAPAS

Com o sistema de digitalização de mapas pode-se converter mapas existentes no papel para uma forma digital desenvolvendo mais o banco de dados. No método de digitalização mais comum o mapa em papel é fixado sobre a mesa digitalizadora, traçando-se depois as feições de interesse com um cursor. Muitos sistemas de digitalização de mapas permitem alguma edição de mapas digitalizados [EAS95].

### 2.1.3 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE BANCO DE DADOS

Em geral os SIGs armazenam um grande número de informações e dados, a partir daí houve uma grande necessidade em se usar um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de

Dados). A maioria dos SIGs atuais utilizam um sistema dual, utilizando um SGBD relacional e algum tipo de software que permite a inclusão e o gerenciamento de atributos espaciais.

Com o SGBD, é possível introduzir dados de um atributo como informação tabular e estatística e subseqüentemente extrair tabulações especializadas e sumários estatísticos para gerar novos relatórios tabulares. Entretanto, mais importante é o fato de que sistemas de gerenciamento de banco de dados nos permite analisar dados de um atributo. Muitas análises de mapas não têm um componente de mapas verdadeiro, e para elas um SGBD freqüentemente funciona muito bem [EAS95].

Segundo [EAS95], um sistema de gerenciamento de banco de dados oferece um conjunto valioso ferramentas para aplicações de um SIG, permitindo análise sobre informação tabular armazenada em um arquivo de banco de dados. Não há nenhum componente espacial nas operações efetuadas em um SGBD. Para incluir esse componente torna-se necessário integrar o SGBD com um SIG. Quando utilizado dentro de um SIG, o SGBD habilita a informação contida em banco de dados a ser ligada a arquivos de definição geográfica em formato raster ou vetorial. Essa ligação possibilita a passagem da informação entre o componente SGBD do SIG e outros componentes, como o sistema de análise geográfica e o sistema de visualização cartográfica.

Além de tudo isso, o SGDB nos permite a interoperabilidade entre sistemas, ou seja o SGBD não depende de um software específico para funcionar.

As suas principais funções são citadas a seguir:

- Explorar base de dados;
- Executar consultas por localização ao banco de dados;
- Visualizar atributos do banco de dados na forma de mapas;
- Executar as consultas por atributos simples e múltiplos ao banco de dados
- Solucionar problemas envolvendo álgebra com mapas.

#### **2.1.4 SISTEMA DE ANÁLISE GEOGRÁFICA**

Com o Sistema de Análise Geográfica, ampliamos as possibilidades de consultas a banco de dados tradicionais para incluir a de análise dados baseados em sua posição



geográfica. Assim enquanto o Sistema de Análise Geográfica acessa o banco de dados, ele também pode contribuir de modo a oferecer os resultados desta análise como um novo acréscimo ao banco de dados [EAS95].

Para [CHR97], um SIG deve fornecer operações para recuperação de informações com base em critérios de natureza espacial e não-espacial.

O SIG deve ser capaz de manipular dados espaciais e recuperar informações com base em relacionamentos direcionais, porém existe alguma diferença em se comparar dois sistemas diferentes, pois não há um padrão definido para os tipos de funções.

As funções são divididas em quatro categorias principais [ARONOF89] .

- Manutenção de Dados Espaciais;
- Manutenção e Análise de Atributos Descritivos;
- Análise Integrada de Dados Espaciais e Descritivos;
- Formação de Saída.

Segundo [LIS00], a potencialidade de um SIG está na sua capacidade de realizar operações de análise espacial envolvendo atributos espaciais e descritivos de forma conjunta. O número de funções que se enquadram nesta categoria é muito grande. Vejamos algumas dessas funções:

- Recuperação de dados – são funções que envolvem busca seletiva, manipulação e geração de resultados, sem alterar os valores armazenados no banco de dados.
- Funções de medidas – são executadas sobre objetos espaciais (pontos, linhas, polígonos e conjunto de células) e incluem funções como distância entre dois pontos, comprimento de linhas, perímetro de áreas.

- Funções de sobreposição de camadas – relaciona informações de duas ou mais camadas de dados. Essas funções podem executar operações aritméticas ou lógicas entre os valores das células localizadas em coordenadas idênticas nas diversas camadas envolvidas.
- Funções de Interpolação – interpolação é o método matemático no qual valores não definidos em uma localização podem ser calculados com base em estimativas feitas a partir de valores conhecidos em localizações vizinhas.
- Geração de contorno – linhas de contorno são usadas para representar superfícies, onde cada linha é formada por pontos de mesmo valor. Funções de geração de linhas de contorno são usadas para construir os mapas topográficos a partir de um conjunto de pontos conhecidos.
- Funções de proximidade – funções que permitem análise de proximidade estão associadas à geração de zonas de buffer. Uma zona de buffer é uma área de extensão regular, que é gerada ao redor dos objetos espaciais.

### **2.1.5 SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE IMAGEM**

Alguns softwares utilizam este tipo de processamento, que nada mais é que um conjunto de ferramentas específicas.

Sistemas de processamento de imagens são softwares desenvolvidos para resolver problemas específicos de tratamento de imagens obtidas remotamente, sendo que alguns SIG possuem módulos acoplados que permitem ao usuário realizar um conjunto, normalmente limitado, de operações envolvendo imagens de imagens [LIS00].

### **2.1.6 SISTEMA DE ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Alguns softwares oferecem procedimentos estatísticos tradicionais como também algumas rotinas específicas para descrição de dados espaciais, em parte pelo caráter especial dos dados espaciais, mas também porque os dados espaciais colocam problemas especiais com relação a inferência descrita a partir de procedimentos estatísticos[EAS95].

### **2.1.7 SISTEMA DE APOIO A DECISÃO**

São módulos que ajudam na construção de mapas de aptidão através de critérios múltiplos e atendem decisões sobre localização quando objetivos múltiplos estão envolvidos. Usados em conjunto com outros componentes do sistema, estes módulos oferecem uma ferramenta poderosa para tomadores de decisão na alocação de recursos[EAS95].

## **2.2 CARTOGRAFIA, SENSORIAMENTO REMOTO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS.**

Sensoriamento remoto é técnica de obter dados e informações sobre objetos ou fenômenos sem entrar em contato físico com os mesmos. Um exemplo prático de sensoriamento remoto são os olhos humanos que são capazes de obter informações sobre diversos eventos sem a necessidade de estar perto do objeto. Um exemplo contrário seria o termômetro que precisa entrar em contato com um objeto para obter informações sobre o mesmo. O sensoriamento remoto vem sendo associado mais especificamente com a indicação de interações entre materiais da superfície terrestre e a energia eletromagnética.

O sistema de radar emite energia na região de microondas do espectro eletromagnético (Figura 2) e a capta a energia refletida pelos materiais que estão sobre a superfície terrestre[EAS95].

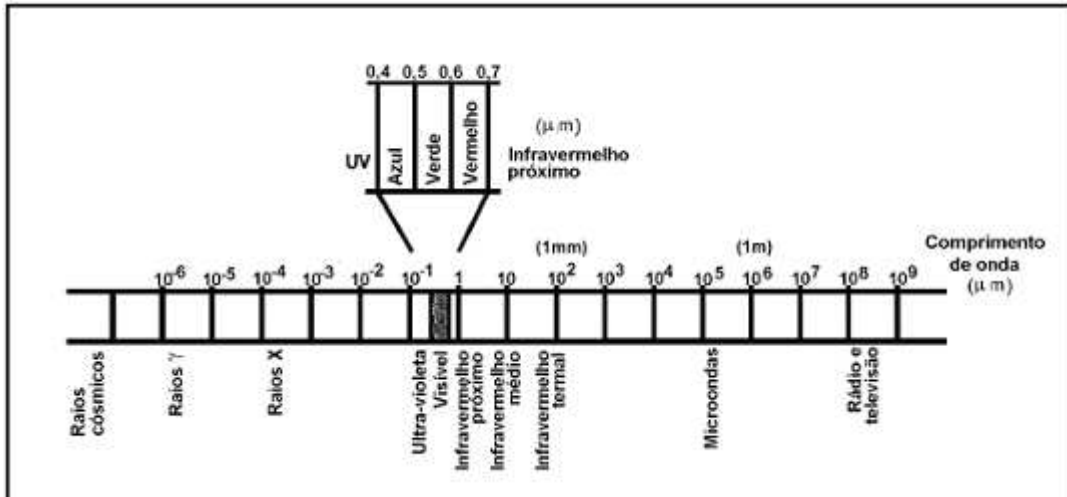


Figura 2. Espectro eletromagnético.

Os sensores podem ser divididos em dois grupos:

- Sensores Passivos – medem fontes de energia existentes;
- Sensores Ativos – Possuem sua própria fonte de energia;

A maioria dos sensores utilizados atualmente são os sensores passivos que utilizam a energia do Sol como sua fonte de energia, porém há um grande número de aplicações que se usam sensores ativos como sistema de radar que emitem energia no espectro magnético das microondas, esta reflexão é medida para produzir uma imagem da área coberta pelo sensor[LIS00].

As propriedades básicas para um sensor eletromagnético:

- Resolução espectral – número de bandas do espectro eletromagnético que são captadas pelo sensor;
- Resolução espacial – área da superfície terrestre observada pelo sensor;
- Resolução temporal – intervalo de tempo entre duas tomadas de imagens.

Um mapa é a representação de uma região geográfica em uma superfície plana, para este tipo de representação torna-se necessária a utilização de escalas.

A confecção de um mapa requer, entre outras coisas, a seleção de características a serem incluídas nele, a classificação dessas é feita em grupos e existe uma minuciosa escolha de símbolos para representar as diferentes classes de características.

Através do sistema de coordenadas é possível localizar qualquer elemento da superfície terrestre. Os sistemas mais utilizados para essa representação são sistemas de coordenadas geográficas e sistemas de coordenadas planas.

No sistema de coordenadas geográficas cada local é representado pela interseção de um meridiano com um paralelo. Meridianos são linhas imaginárias que dividem o globo terrestre verticalmente em 24 partes, partindo de um ponto inicial que é o meridiano de Greenwich localizado no Reino Unido. Paralelos são linhas imaginárias que dividem o globo terrestre horizontalmente, o paralelo do Equador divide a terra em dois hemisférios norte e sul.

O sistema de coordenadas planas é baseado em um par de eixos perpendiculares, onde a interseção entre os eixos representa a origem para localização de qualquer ponto sobre o plano. Nesses sistemas, as coordenadas dos pontos são representadas por um par de valores(x,y) representando a projeção do ponto sobre cada um dos eixos. Normalmente o eixo horizontal fica associado à medida de longitude enquanto o eixo vertical fica associado à medida de latitude, o que permite conversões entre os sistemas de coordenadas, a partir de informações matemáticas. [LIS00].

## **2.3 REPRESENTAÇÃO DE DADOS EM MAPAS**

Um sistema de informação geográfica armazena dois tipos de dados que são encontrados em um mapa, as definições geográficas das superfícies da terra e os atributos ou quantidades que estas feições possuem. Nem todos os sistemas usam a mesma lógica para fazer isso, mas quase todos usam uma ou a combinação de duas técnicas de representação de objetos georreferenciados: estrutura vetorial e estrutura raster.

A figura 3 apresenta os dois tipos possíveis de representação de uma imagem através da estrutura matricial e vetorial.

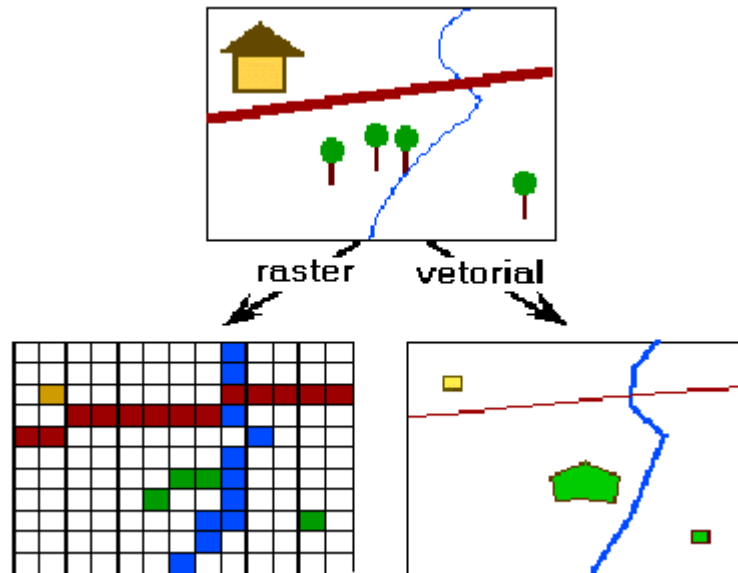


Figura 3. Exemplo de representação matricial e vetorial.

### 2.3.1 ESTRUTURA VETORIAL

Na estrutura vetorial os objetos são representados através de pontos, linhas e polígonos, as coordenadas (x,y) representam a localização do objeto mediante o local, os atributos e feições são gerenciados pelo próprio SIG. Atributos de informações contendo endereço, nome do proprietário, avaliação da propriedade e uso da terra podem também existir. A ligação entre estes dois arquivos de dados pode ser um simples identificador.

As linhas são formadas por segmentos de pontos assim como os polígonos são formados por um conjunto de linhas.

Existem diversas técnicas para armazenamento de objetos geográficos na estrutura vetorial, porém grande parte dos autores dividem estas estruturas em dois grandes grupos: estrutura spaghetti e estruturas de dados topológicos.

- Estruturas de dados spaghetti – armazenam os polígonos/linhas como seqüências de coordenadas de pontos. São utilizadas em pacotes de cartografia automatizada, onde as informações sobre os relacionamentos entre as entidades não são importantes.
- Estruturas de dados topológicos – armazenam alguns tipos de relacionamentos espaciais, sendo que a ênfase principal é dada nos relacionamentos de conectividade entre linhas de uma rede e nos relacionamentos de adjacência entre polígonos. São empregadas na maioria dos SIG.

### **2.3.2 ESTRUTURA MATRICIAL (RASTER)**

O plano é dividido em inúmeras células, cada célula armazena características de seu respectivo local, tanto características visuais quanto físicas, um objeto pode ser representado na estrutura matricial como um conjunto de células de mesmo valor.

A resolução da imagem matricial depende do tamanho de suas células quanto menor for a célula maior será a resolução.

Devido ao grande volume dados necessários para representar a estrutura matricial, tornou-se necessário a criação de formas para compactação que temos como as principais: Códigos de Cadeia, Códigos em seqüência, Códigos de bloco, Árvores quaternárias.

## **2.4 FUNÇÕES**

Existem diversos tipos de funções implementadas em um SIG, as principais funções são listadas a seguir.

### 2.4.1 FUNÇÃO DE MANUTENÇÃO DE DADOS ESPACIAIS

Segundo [LIS00], temos alguns exemplos para este tipo de função.

- Transformações de formato – dados obtidos a partir de diversas fontes nem sempre estão armazenados no formato adequado para ser processado no SIG.
- Transformações geométricas – utilizadas para definir ou ajustar as coordenadas terrestres em um mapa, ou entre as camadas de dados.
- Transformações entre projeções geométricas – SIG normalmente suportam mais de um tipo de projeção, fornecendo operações para transformar as projeções dos mapas.
- Casamento de bordas – alguns ajustes precisam ser feitos durante a fase de preparação dos dados. O casamento de bordas é feito por meio de operações que realizam a união de linhas entre coberturas adjacentes, onde os objetos que ultrapassem os limites de cobertura têm suas coordenadas limites ajustadas em todas as coberturas onde aparecem.
- Edição de elementos gráficos – são funções usadas para adicionar, eliminar e modificar objetos do mapa.
- Redução das coordenadas – têm como objetivo diminuir a quantidade de pares de coordenadas pertencentes às linhas reduzindo assim, a quantidade total de dados armazenados em cada camada. A figura 4 exemplifica esta operação.

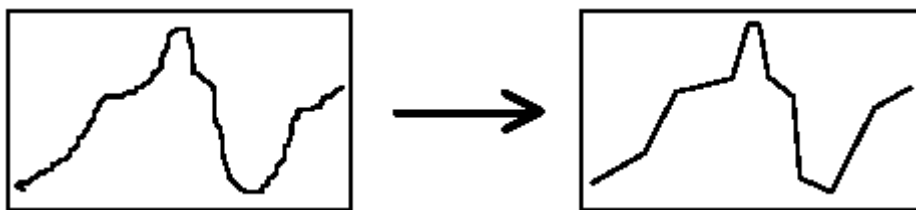


Figura 4. Exemplo de redução de coordenadas.



### **2.4.2 FUNÇÃO DE MANUTENÇÃO**

Segundo [LIS00], na maioria dos SIG, manipulação dos atributos descritivos é realizada através de linguagens de manipulação/consulta de dados disponíveis nos SGDB's. Diversas operações de análise podem ser resolvidas sem consulta aos atributos espaciais. Nos sistemas vetoriais, por exemplo, as informações sobre a área e o perímetro dos polígonos podem ser armazenadas junto aos demais atributos descritivos associados a esses polígonos.

### **2.4.3 FUNÇÕES DE FORMAÇÃO DE SAÍDA**

Segundo [LIS00], os resultados das operações de análise espacial podem ser gerados na forma de relatórios, gráficos ou, mais comumente, na forma de mapas. Diversas funções podem ser usadas para melhorar a aparência dos mapas resultantes dessas operações que são citadas abaixo.

- Anotações em mapas – permitem adicionar aos mapas informações como título, legendas, barra em escala, orientação norte-sul, etc. Podem ser colocados fora dos limites ou cobrindo alguma parte deste.
- Posicionamento de rótulos – rótulos são colocados juntos aos símbolos gráficos que representam fenômenos nos mapas. Existem padrões cartográficos para escolha de posicionamento dos rótulos. A maioria dos SIG possuem ferramentas que efetuam o posicionamento de forma automática ou manual.
- Padrões de textura e estilos de linhas – os textos podem variar em tipo de fonte tamanho, cor e estilo. A escolha dos tipos de letra deverá obedecer convenções cartográficas, assim como os estilos de linhas, que podem variar em espessura, cor e forma.

- Símbolos gráficos – os símbolos gráficos são usados para representar classes de entidades em um mapa. Alguns símbolos mais comuns são: símbolos de cidades, pontes, aeroportos, hospitais, museus, escolas. Alguns sistemas utilizam o conceito de bibliotecas de símbolos, que podem ser adquiridas de acordo com a área de aplicação específica.

### 3 GEOFRAME

GeoFrame é um framework conceitual que fornece um diagrama de classes básicas para auxiliar o projetista nos primeiros passos da modelagem conceitual de dados de uma nova aplicação de SIG [LIS99]. Um framework pode ser definido como um projeto genérico em um domínio que pode ser adaptado a aplicações específicas, servindo como um molde para a construção de aplicações. Esta definição fornece uma visão bem mais abrangente sobre a potencialidade de um framework do que as definições apresentadas por autores mais ligados à programação orientada a objetos. Por exemplo, [LIS99] define um framework como sendo “um projeto reutilizável de um programa, ou parte de um programa, expresso como um conjunto de classes”. Como instrumento de reutilização, um framework não necessita estar implementado em uma linguagem de programação para fornecer a solução parcial a uma família de problemas. O framework GeoFrame foi elaborado sob esse enfoque mais genérico, onde o mesmo expressa a idéia de um projeto conceitual parcial para uma família de aplicações geográficas.

O GeoFrame poderia ser definido como uma extensão do UML, para adaptação de um tipo de modelagem específica que um SIG precisa.

Os mecanismos de abstração e os respectivos elementos construtores da linguagem UML, que são utilizados na abordagem UML-GeoFrame, estão resumidos a seguir[LIS00]:

- Classificação – Nos modelos orientados a objetos, um fenômeno de interesse da aplicação é representado como um objeto, o qual possui uma estrutura, capaz de armazenar suas características (atributos) e um comportamento, descrito pelo conjunto de operações que podem ser realizadas com o objeto. Objetos semelhantes são modelados através da definição de uma classe, a qual

especifica um conjunto de atributos que descrevem a estrutura e um conjunto de métodos (ou operações) que definem o comportamento dos objetos definidos pela classe.

- Instanciação – Um objeto pertencente a uma classe é dito ser uma instância desta classe.
- Generalização – Classes semelhantes podem ser agrupadas e descritas de forma generalizada. Neste caso, as propriedades da classe genérica (superclasse), ou seja, atributos, métodos e associações, são herdadas pelas classes que foram generalizadas (subclasses).
- Especialização – A especialização é o mecanismo inverso da generalização, no qual uma classe genérica (superclasse) pode ser especializada em uma ou mais classes específicas (subclasses), as quais herdam as propriedades da superclasse, além de novas propriedades poderem ser definidas.
- Associação – Representa os relacionamentos que podem haver entre objetos de diferentes classes.
- Multiplicidade – Nome dado à cardinalidade de uma associação.
- Agregação – Tipo especial de associação para representar relacionamentos entre objetos compostos e suas partes.
- Composição – Tipo especial de agregação na qual a existência do objeto composto (o todo) depende da existência dos objetos componentes (suas partes). Além dos mecanismos de abstração relacionados anteriormente, a abordagem UML-GeoFrame utiliza dois elementos próprios da linguagem UML.

O UML-GeoFrame possui um diagrama de classes peculiar onde possibilita a modelagem de qualquer aplicação georreferenciada. As classes TEMA e REGIÃO GEOGRÁFICA formam a base das aplicações geográficas, que têm como objetivo a

manipulação de um conjunto de dados para uma determinada região de interesse, constituindo o BDGeo. Para cada região geográfica, pode-se especificar uma coleção de temas. O agrupamento de classes que descrevem os fenômenos geográficos, em temas, funciona como um mecanismo para redução da complexidade em grandes esquemas de dados. O uso de temas permite, ao projetista, dividir o esquema de dados em subsquemas coesos, nos quais são agrupadas classes que estão fortemente relacionadas entre si Figura 5.

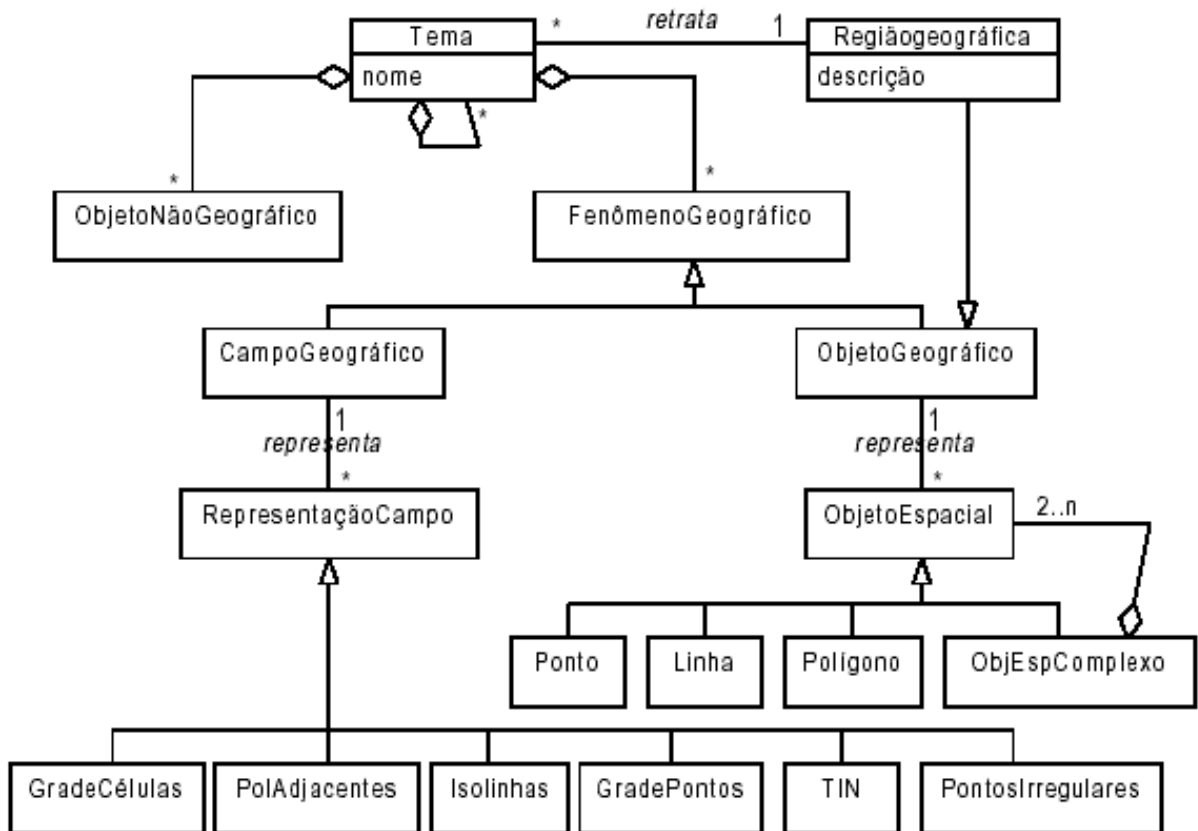


Figura 5. Diagrama de classes do GeoFrame.

Segundo [LIS00] a abordagem UML-GeoFrame permite a solução da maioria dos requisitos de modelagem. Um esquema conceitual de dados geográficos construído com base

no GeoFrame inclui, por exemplo, a modelagem dos aspectos espaciais da informação geográfica e a diferenciação entre objetos convencionais e objetos/campos geográficos.

O processo de modelagem com base na abordagem UML-GeoFrame, envolve três etapas:

- Passo 1: identificar temas e sub-temas para cada área geográfica;
- Passo 2: para cada tema, elaborar o sub-diagrama de classes. Associar classes de diferentes temas;
- Passo 3: modelar o componente espacial para cada fenômeno geográfico identificado.

O modelo UML-GeoFrame possui duas classes fundamentais para representação dos dados espaciais, são elas:

- Objeto Geográfico – Seus componentes representam a modelagem vetorial, são eles, ponto, linha, polígono;
- Campo Geográfico - Seus componentes são utilizados para representar a estrutura raster, são eles, pontos irregulares, grades de pontos, polígonos adjacentes, isolinhas, grade de células.

Além disso há também os objetos não-geográficos que representam os dados convencionais do de uma aplicação em SIG.

A especificação de temas é feita através de um construtor chamado pacote, da linguagem UML, enquanto a modelagem do componente espacial é feita com base em um conjunto de estereótipos, os quais são ilustrados na figura 6.














<i>Fenômeno geográfico e Objeto convencional</i>	<i>Componente espacial de objetos geográficos</i>	<i>Componente espacial de campos geográficos</i>
 Objeto geográfico  Campo geográfico  Objeto não geográfico	 Ponto  Linha  Polígono  Obj. espacial complexo	 Pontos irregulares  Grade de pontos  Polígonos adjacentes  Isolinhas  Grade de células  TIN
<<função>> <i>função categórica</i>		

Figura 6. Estereótipos do framework geoframe.

O esquema de modelagem do UML-Geoframe nos trás algumas vantagens como:

- Apenas os elementos essenciais para aplicação são modelados, o que faz a modelagem ser bastante objetiva;
- A visualização da modelagem se torna bastante clara e de fácil diferenciação;
- Devido a alto nível de acoplamento entre as classes dentro de um mesmo tema, o número de associação entre as classes fica reduzido.

## 4 CASEGEO

O CaseGeo é uma ferramenta Case desenvolvida pelo Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa, e têm como objetivo permitir a modelagem conceitual de aplicações geográficas [LIS02]. Sendo mais claro, este tipo de modelagem é baseado na abordagem UML-GeoFrame [LIS02].

Uma ferramenta Case é um software de desenho gráfico que permite a montagem visual de uma esquema para banco de dados, sendo assim esta ferramenta, poupa o esforço de digitar todo o código para se implementar o Banco de Dados[LIS02].

Segundo [LIS02], os programas analisados, para o desenvolvimento do CaseGeo, foram o Rational ROSE e o Visio Professional (estes dois comerciais), além de alguns softwares livres disponíveis na Internet (ex.: Dia - Gnome). O pacote Visio possui um ambiente de programação acoplado à linguagem Visual Basic for Application (VBA), o que possibilita a implementação de rotinas que podem ser associadas aos elementos gráficos do esquema. Desta forma, o Visio foi escolhido para ser utilizado no desenvolvimento da ferramenta CASEGEO[LIS02]. Esta solução também foi empregada no desenvolvimento das ferramentas Perceptory e AIGLE.

O CaseGeo possui quatro módulos segundo [LIS02]:

- Módulo Gráfico – permite o desenho do diagrama de classes, ou seja a criação de um modelo conceitual, através de componentes contidos em uma paleta gráfica chamada de Stencil GeoFrame, como se pode ver pelo nome, estes componentes representam justamente os construtores do UML-GeoFrame;



- Módulo Dicionário de Dados – este módulo armazena o esquema de dados criado pelo usuário sendo os dados gráficos ou semânticos.
- Módulo de Geração Automática – faz a transformação de modelos conceituais em modelos lógicos.
- Módulo de Engenharia Reversa – ainda não foi implementado;

Quando se faz um projeto pelo Casegeo este gera dois tipos de arquivos, um arquivo no formato mdb, que um arquivo de banco de dados, e um arquivo no formato vsd, que é o formato correspondente a modelagem.

A figura 7 apresenta a visualização dos módulos da ferramenta.

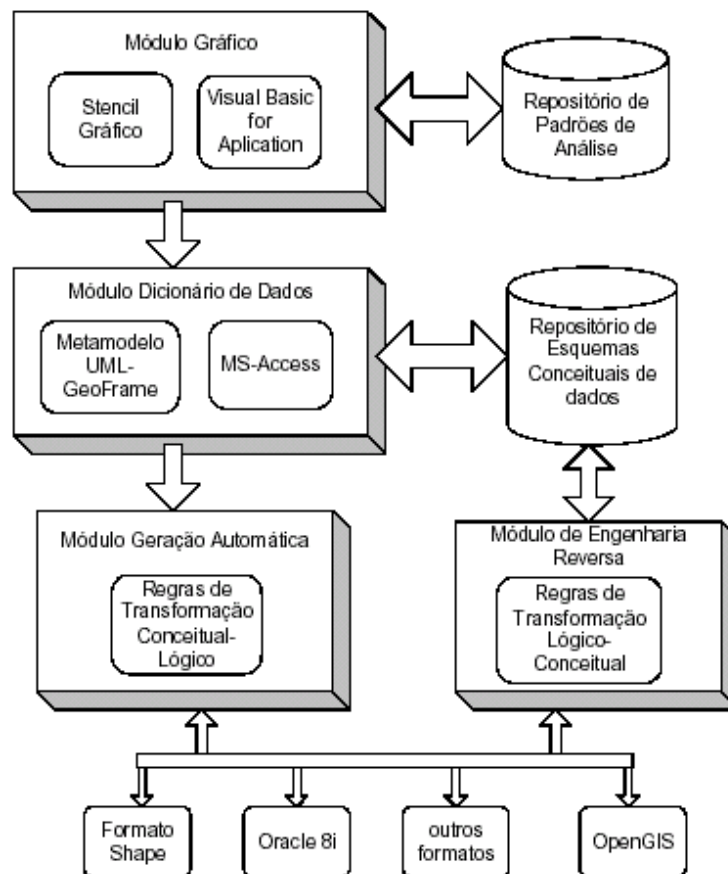


Figura 7. Arquitetura da ferramenta CaseGeo.

O Stencil GeoFrame possui os seguintes componentes:

- Objeto Geográfico – permite a introdução de atributos convencionais, além disso possui os componentes espaciais de objetos geográficos, ponto, linha, polígono e objeto espacial complexo.
- Campo Geográfico – permite a introdução de atributos convencionais, além disso possui os componentes espaciais de campos geográficos, pontos irregulares, grade de pontos, polígonos adjacentes, isolinhas, grade de células.
- Objeto Não-Geográfico – este tipo de classe não possui apresentação geográfica, é um componente convencional.
- Associação – permite introduzir relacionamentos entre qualquer tipo de classe.
- Generalização – permite através de uma classe especificar esta classe em outras classes.
- Pacote Geográfico – permite a modelagem de várias classes em um só pacote.

A figura 8 apresenta o ambiente de trabalho do Visio, com a utilização da paleta CaseGeo. Na visualização pode-se notar que a paleta tem todos componentes do Geoframe, como foi visto anteriormente.

A figura 9 apresenta a edição de um classe depois de inserido um objeto geográfico, após a seleção do objeto podemos ver todos os tipos de opções para edição da classe.

A definição dos campos das classes são as seguintes:

- Nome: Edição do nome da classe;
- Atributo: Define quais atributos a classe irá possuir;
- Operação: Define quais os métodos classe possuirá;

- Símbolos de representação: Possui os objetos ponto, linha, polígono e objeto complexo. Na sequência da esquerda para a direita.

A figura 10 ilustra um esquema pronto de um diagrama, com as classes, país, estados, municípios e distritos. Estas classes utilizam os componentes da paleta do CaseGeo. Esse diagrama gera um arquivo mdb (banco de dados do ACCESS).

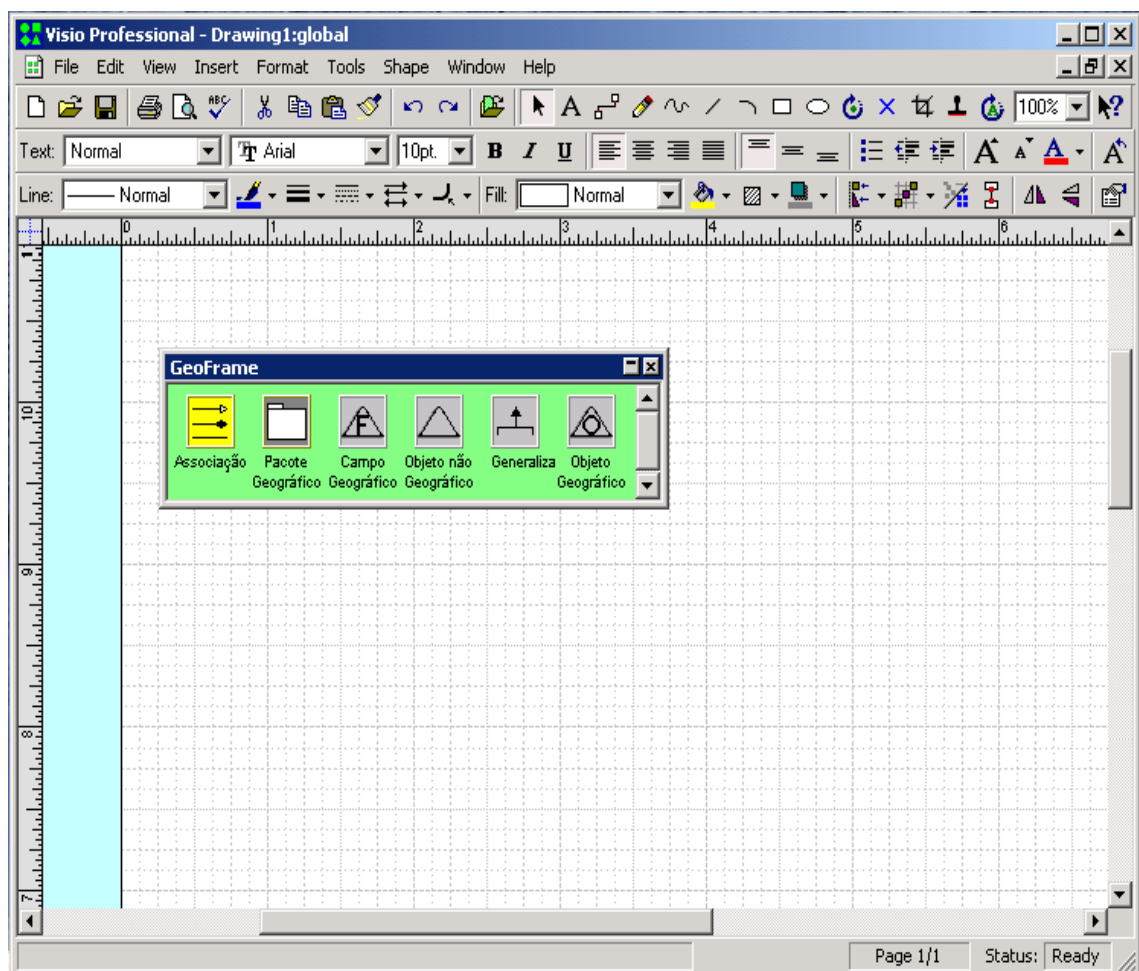


Figura 8. Ambiente de trabalho do Visio, com a utilização do CaseGeo.

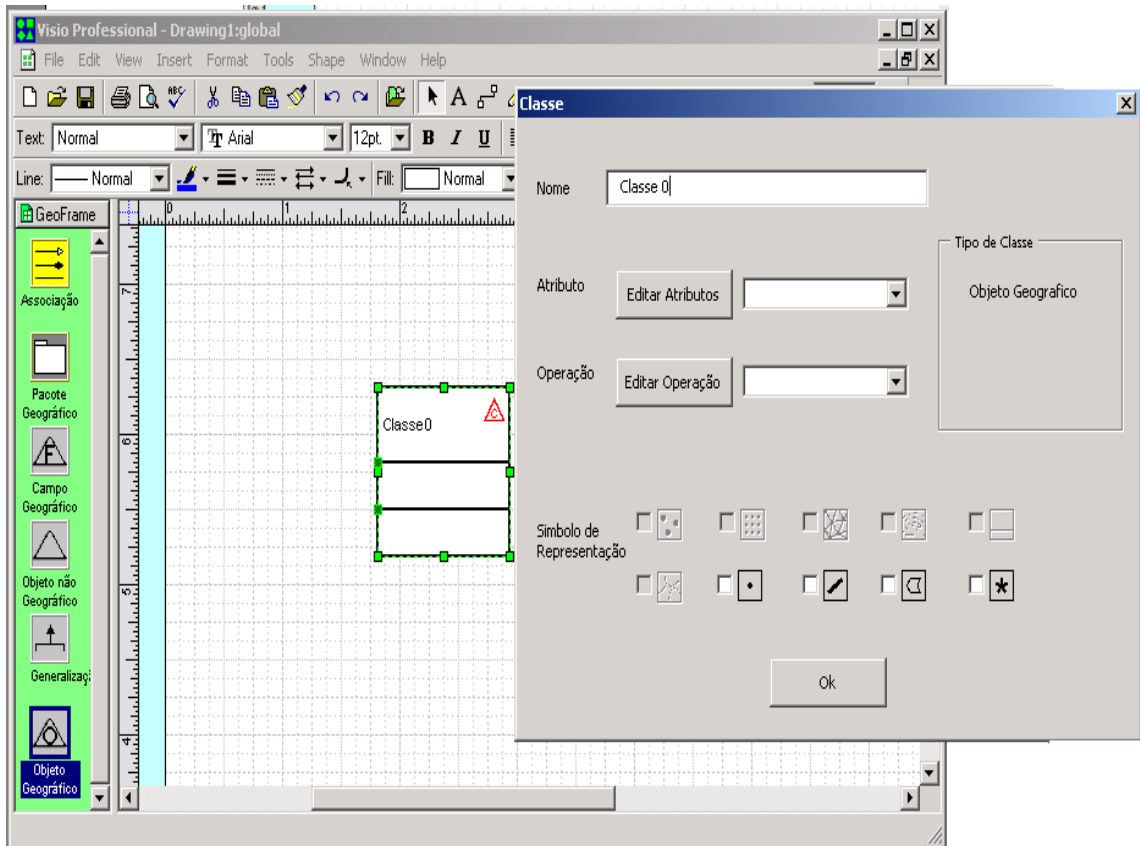


Figura 9- Exemplo de edição de uma classe.

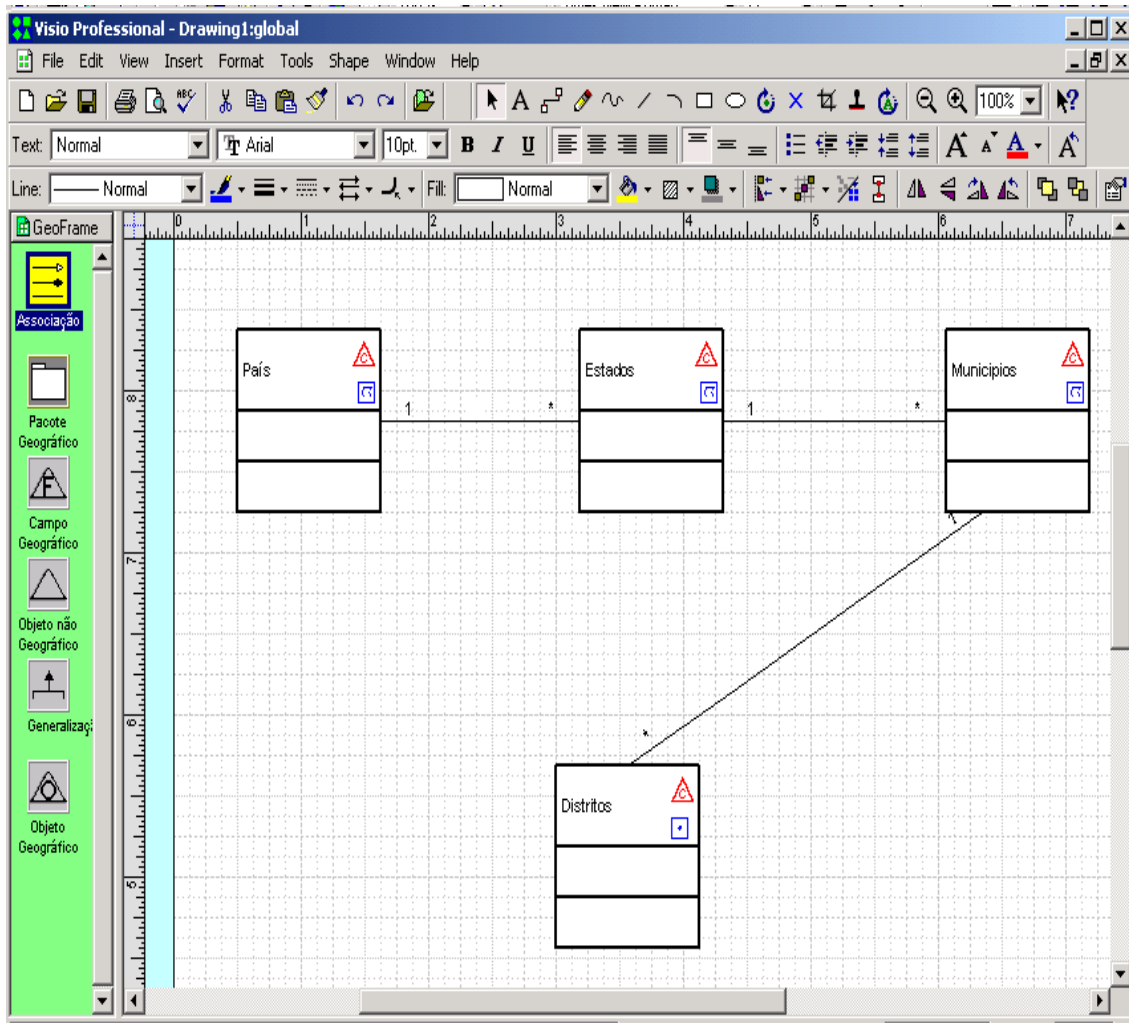


Figura 10 - Exemplo de um esquema.

## 5 ESTUDO DE CASO

O objetivo do projeto é fazer com que os dados espaciais e dados de atributos simples sejam armazenados em um SGBD e visualizados por um SIG. É válido lembrar que a maioria dos SIGs tratam estes dados de forma diferente, a análise de dados espaciais é feita pelo componente de Sistema de Análise Geográfica e os dados de atributos simples é feito pro um SGBD. Figura 1.

Foram analisadas algumas situações tradicionais que pudessem servir de para aplicação dos conceitos estudados nesse projeto. Optou-se por implementar a base de dados para o Mapeamento Urbano Básico (MUB) de um município, uma vez que o MUB oferece suporte para diversos tipos de aplicações e contempla diversos tipos de dados vetoriais. No processo de modelagem é visto mais detalhadamente todos os tipos de entidades que compõe o MUB.

A grande vantagem desse tipo de projeto, que além de abordar todo a questão de um SIG, é poder relacionar dados classes comuns com classes de objetos geográficos.

Este mapeamento permite que se modele toda a estrutura física da cidade nos mínimos detalhes, desde o espaço físico da sede do município até os loteamentos e rede viária, portanto com todas estas informações torna-se possível fazer diversos tipos de consultas.

São poucas as cidades brasileiras que utilizam um banco de dados desse tipo pois é um assunto novo e pouco explorado, mas há uma tendência em se otimizar os sistemas atuais que funcionam nas cidade brasileiras e implantar um SIG gerenciado por um banco de dados.

O grande problema que surge é com relação a modelagem, pois pode existir diferentes tipos de modelagem para diferentes cidades.

## **5.1 SUPORTE PARA OUTRAS APLICAÇÕES**

Com o suporte para outras aplicações como saúde, transporte, educação e tributação etc, é possível extrair diversos tipos de consultas.

- Saúde – É possível elaborar consultas para verificar qual o setor, bairro ou região da cidade que sofre de carência de medicamentos.
- Segurança – Qual a região da cidade possui o maior índice de homicídios, extraindo e mostrando estes dados visualmente.
- Educação – É possível elaborar consultas para verificar qual o local de abrangência de escolas.
- Tributação – É possível elaborar consultas para verificar as casas nos quais os moradores não pagaram os devidos impostos.

Além dessas consultas há outros diversos tipos de consultas que podem ser elaboradas conforme a necessidade do problema e o conteúdo dos dados.

É possível realizar consultas por localização de múltiplos atributos com esse banco de dados porque toda a informação do atributo foi coletada e estocada no banco de dados para a mesma unidade geográfica.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 MODELAGEM

O processo de modelagem seguiu rigidamente as normas do Geoframe para se modelar banco de dados georreferenciados, a ferramenta escolhida párea modelagem dos dados escolhida foi o Casegeo apesar de existirem outras ferramentas para modelagem foi decidido a opção do Casegeo , pois o Casegeo seguiu todas as regras do Geoframe e é de fácil utilização. A Figura 11 mostra o resultado do processo de modelagem.

Como pode-se ver não foram utilizadas ferramentas convencionais para modelagem de tal problema, pois estas ferramentas convencionais não dão o suporte necessário para este tipo de modelagem, por que não possuem componentes definidos para se modelar dados espaciais.

Na figura 11 é mostrado a modelagem lógica do problema, e a seguir está a listagem de todas as classes.

Todas as classes são mostradas a seguir:

**Município** – Classe que contém todas as informações necessárias para descrição do município, além disso esta classe contém o objeto geográfico polígono. Seus atributos são:

Nome: nome do município.

Área: área física do município.



Data da fundação: é a data de elevação de um distrito a condição de cidade

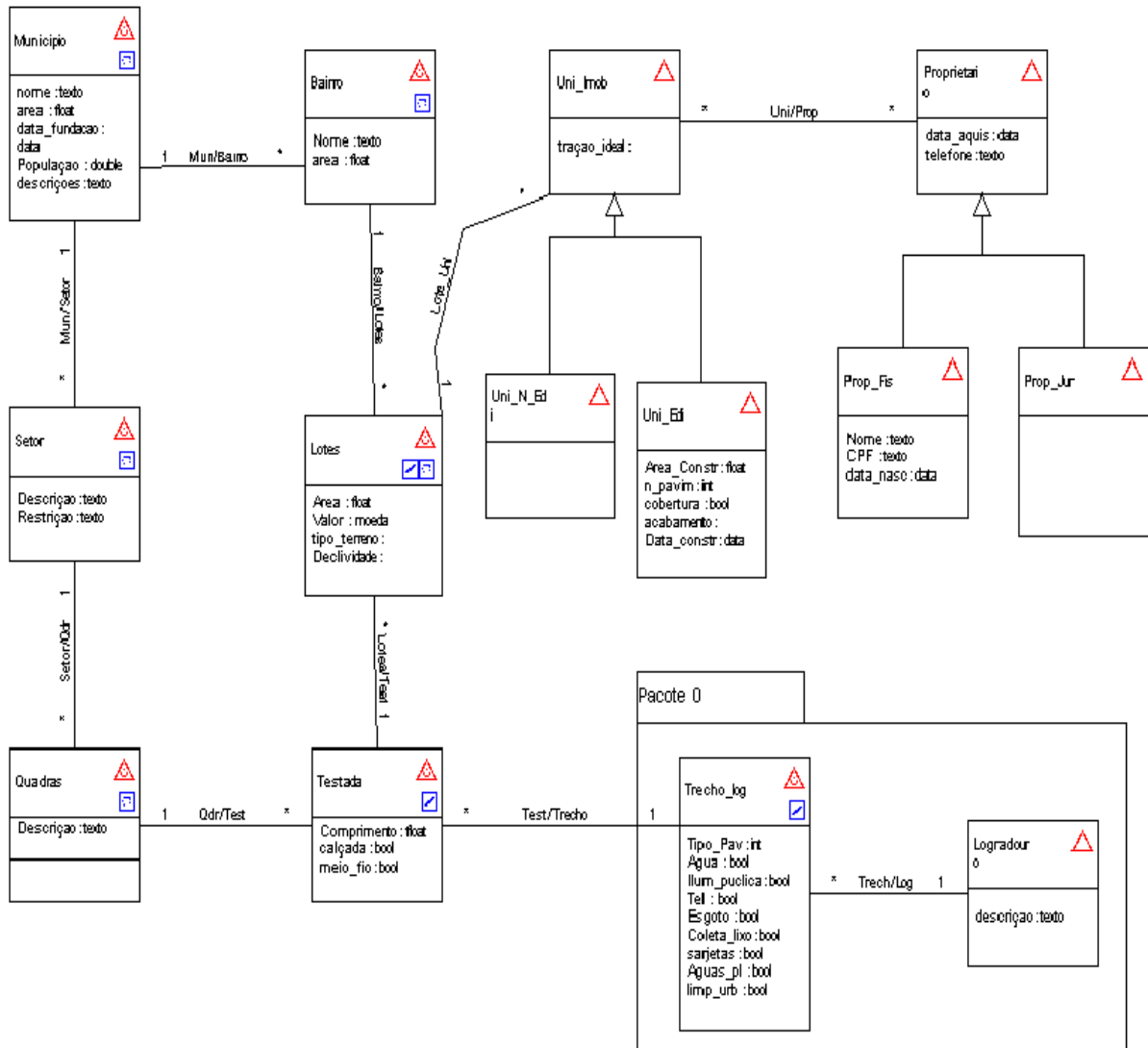


Figura 11. Modelo Conceitual para o MUB.

População: população atual residente no município .

Descrições: campo opcional para alguma eventual descrição do município.

**Bairro** – Essa classe contém informações para identificação física do bairro e para informações pertinentes ao mesmo é formada pelo objeto geográfico polígono. Seus atributos são:

Nome: nome do bairro.

Área: área física do bairro.

**Setor** – Contém toda descrição do setor, além de sua localização física. É bom deixar bem claro que o SETOR varia conforme as necessidades de cada cidade, nessa modelagem optou-se por fazer os setores serem constituídos de quadras, é formado pelo elemento geográfico polígono. Seus atributos são:

Descrição: Alguma descrição adicional que se deseja citar.

Restrições: uma forma genérica de permitir que diferentes cidades façam seus próprios tipos de restrições.

**Quadras** – Armazena informações sobre as quadras, e é também formado pelo objeto geográfico polígono.

Descrição: Alguma descrição adicional que se deseja citar.

**Testada** – Armazena informações físicas e lógicas sobre as testadas, e é formada pelo objeto geográfico linha. Seus atributos são:

Comprimento: comprimento da testada.

Calçada: contém informação sobre a existência de calçada na testada.

Meio fio: contém informação sobre a existência de meio fio.

**OBS:** Testa é a interseção entre o vértice da quadra e o vertice do lote.

**Lotes** – Armazena informações sobre a localização física do lote e informações adicionais sobre o lote. É formado pelo objeto geográfico linha e polígono. Seus atributos são:

Área: área abrangente do lote.

Valor: valor estimado do lote.

Tipo de terreno: informações sobre o solo e as condições do terreno.

Declividade: declividade do terreno.

**Unidade Imobiliária** – contém informações sobre a unidade imobiliária, esta classe é uma classe comum, portanto não contém elementos geográficos.

**Proprietário** – contém informações sobre o proprietário de um lote. Seus atributos são:

Data de aquisição: contém informações sobre a data de aquisição do imóvel.

**OBS:** Outras informações como nome, telefone, CPF do proprietário irá depender se este é um proprietário físico ou jurídico.

**Trecho do logradouro** – contém informações físicas sobre o trecho do logradouro é constituído do objeto geográfico linha. Seus atributos são:

Tipo de pavimentação – contém informações sobre o tipo de pavimento que existe em um determinado logradouro.

Água – contém informação sobre a existência de serviço de água no logradouro.

Iluminação pública – contém informação sobre a existência de iluminação pública no determinado logradouro.

Telefone – contém informação sobre a existência de serviço de telefonia existente na região do logradouro.

Esgoto – Informações sobre a existência de rede esgoto na região.

Coleta de lixo – informações sobre a existência de coleta de lixo na região.

Sarjetas – informações sobre a existência de sarjetas na região.

Limpeza urbana – informações sobre a existência de serviço de limpeza urbana na região.

**Logradouro** – informações adicionais sobre o logradouro.

## 6.2 FORMATAÇÃO DOS DADOS

Os campos serão formatados da seguinte forma:

F= formato(a-alfanumérico, n-numérico, b-valor booleano );

T=tamanho(inteiro ou caracteres);

D=decimais;

Data=[1..31+ '/' + '1..12'+ '/' + '0..2003'];

Nome=ft.

Nome=A30;

Área=ft,d.

Área=N5,2;

Data\_fundação= data;

População=ft;

População=N8;

Descrições=ft;

Descrições=A500;

Restrições=ft;

Restrições=A100;

Valor=ft,d;

Valor=N10,2

Declividade=ft,d;

Declividade=N3,2;

Comprimento=ft,d;

Comprimento=N4,2;

Calçada=f;

Calçada=B;

Meio\_fio=f;

Meio\_fio=B;

Tração\_ideal= ft,d;

Tração\_ideal= N10,2;

Área\_constr=ft,d

Área\_constr=N6,2

N\_pavimento=ft;

N\_paveimento=N5;

Cobertura=f;

Cobertura=B;

Acabamento=;

Acabamento=;

Data\_constr=data;

Data\_constr=data;

Água=f;

Água=B;

Ilum\_publica=f;

Ilum\_publica=B;

Tel=f;

Tel=B;

Esgoto=f;

Esgoto=B;

Coleta\_lixo=f;  
Coleta\_lixo=B;

Sarjetas=f;  
Sarjetas=B;

Aguas\_pl=f;  
Águas\_pl=B;

Limp\_urb=f;  
Limp\_urb=B;

Data\_aquis=data;

Telefone=ft;  
Telefone=A15;

CPF=ft;  
CPF=A11;

Data\_nasc=data;

### **6.3 BANCO DE DADOS**

O modelo conceitual apresentado no item anterior foi implementado utilizando-se um SGBD Objeto Relacional: o Oracle versão 8.1.7.

Scripts para geração de cada uma das tabelas especificadas no modelo:

OBS: \* campos que não terão seu tipo definido na modelagem, por fugir do intuito do trabalho em si.

\*\* tabelas que não serão implementadas no projeto, por fugir do intuito do trabalho em si.

**MUNICIPIO**

```
CREATE TABLE MUNICIPIO(
NOME                VARCHAR2(30),
MUN_                NUMBER,
AREA                NUMBER,
DATA_FUNDACAO      DATE,
POPULACAO          NUMBER,
DESCRICOES          VARCHAR2(500),
GEOM                MDSYS.SDO_GEOMETRY);
```

```
DELETE FROM USER_SDO_GEOM_METADATA
WHERE TABLE_NAME = 'MUNICIPIO' AND COLUMN_NAME = 'GEOM' ;
```

```
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA (TABLE_NAME, COLUMN_NAME, DIMINFO)
VALUES ('MUNICIPIO', 'GEOM',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY
(MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 387700.913975824, 388712.334947656, 0.000000050),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 7854083.789295285, 7855210.070582893, 0.000000050)
)
);
COMMIT;
```

**BAIRROS**

```
CREATE TABLE BAIRROS (
AREA                NUMBER,
BAIRROS_            NUMBER,
COD_MUN             NUMBER,
NOME                VARCHAR2(30),
CBAIRRO            NUMBER,
GEOM                MDSYS.SDO_GEOMETRY);
```

```
DELETE FROM USER_SDO_GEOM_METADATA
WHERE TABLE_NAME = 'BAIRROS' AND COLUMN_NAME = 'GEOM' ;
```

```
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA (TABLE_NAME, COLUMN_NAME, DIMINFO)
VALUES ('BAIRROS', 'GEOM',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY
(MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 387608.910975954, 388633.086947656, 0.000000050),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 7854073.789295285, 7855210.070582893, 0.000000050)
)
);
COMMIT;
```

**LOTES**

```
CREATE TABLE LOTES (
AREA                NUMBER,
LOTES_              NUMBER,
DECLIVIDADE        NUMBER,
*TIPO_TERRENO      NUMBER,
CODSETOR           NUMBER,
CODBAIRRO          NUMBER,
```

```
CODQUADRA NUMBER,
GEOM          MDSYS.SDO_GEOMETRY);
```

```
DELETE FROM USER_SDO_GEOM_METADATA
WHERE TABLE_NAME = 'LOTES' AND COLUMN_NAME = 'GEOM' ;
```

```
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA (TABLE_NAME, COLUMN_NAME, DIMINFO)
VALUES ('LOTES', 'GEOM',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY
(MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 387636.342549217, 388615.063094772, 0.000000050),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 7854091.855372850, 7855185.008388910, 0.000000050)
)
);
COMMIT;
```

### **QUADRAS**

```
CREATE TABLE QUADRAS (
AREA          NUMBER,
QUADRAS_     NUMBER,
DESCRICAO    VARCHAR2(500),
CODSETOR     NUMBER,
GEOM          MDSYS.SDO_GEOMETRY);
```

```
DELETE FROM USER_SDO_GEOM_METADATA
WHERE TABLE_NAME = 'QUADRAS' AND COLUMN_NAME = 'GEOM' ;
```

```
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA (TABLE_NAME, COLUMN_NAME, DIMINFO)
VALUES ('QUADRAS', 'GEOM',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY
(MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 387632.505193165, 388617.744774889, 0.000000050),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 7854090.203850237, 7855187.618591840, 0.000000050)
)
);
COMMIT;
```

### **SETORES**

```
CREATE TABLE SETORES (
RESTRICAO    VARCHAR(100),
DESCRICOES   VARCHAR(500),
SETORES_     NUMBER,
GEOM          MDSYS.SDO_GEOMETRY);
```

```
DELETE FROM USER_SDO_GEOM_METADATA
WHERE TABLE_NAME = 'SETORES' AND COLUMN_NAME = 'GEOM' ;
```

```
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA (TABLE_NAME, COLUMN_NAME, DIMINFO)
VALUES ('SETORES', 'GEOM',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY
(MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 387608.910975954, 388633.086947656, 0.000000050),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 7854073.789295285, 7855210.070582893, 0.000000050)
)
);
COMMIT;
```



**TESTADAS**

```
CREATE TABLE TESTADAS (
FNODE_          NUMBER,
TNODE_          NUMBER,
LPOLY_          NUMBER,
RPOLY_          NUMBER,
COMPRIMENTO     NUMBER,
TRECHO_LOG      NUMBER,
GEOM            MDSYS.SDO_GEOMETRY);
```

```
DELETE FROM USER_SDO_GEOM_METADATA
WHERE TABLE_NAME = 'TESTADAS' AND COLUMN_NAME = 'GEOM' ;
```

```
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA (TABLE_NAME, COLUMN_NAME, DIMINFO)
VALUES ('TESTADAS', 'GEOM',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY
(MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 387636.342549217, 388615.063094772, 0.000000050),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 7854091.855372850, 7855185.008388910, 0.000000050)
)
);
COMMIT;
```

**TRECHO\_LOG**

```
DROP TABLE TRECHO_LOG;
```

```
CREATE TABLE TRECHO_LOG (
FNODE_          NUMBER,
TNODE_          NUMBER,
CODLOG          NUMBER,
*TIPO_PAV       NUMBER,
AGUA            BOOLEAN,
ILUM_PUBLICA    BOOLEAN,
TEL             BOOLEAN,
ESGOTO          BOOLEAN,
COLETA_LIXO     BOOLEAN,
SARJETAS        BOOLEAN,
AGUAS_PL        BOOLEAN,
LIMP_URB        BOOLEAN,
GEOM            MDSYS.SDO_GEOMETRY);
```

```
DELETE FROM USER_SDO_GEOM_METADATA
WHERE TABLE_NAME = 'TRECHO_LOG' AND COLUMN_NAME = 'GEOM' ;
```

```
INSERT INTO USER_SDO_GEOM_METADATA (TABLE_NAME, COLUMN_NAME, DIMINFO)
VALUES ('TRECHO_LOG', 'GEOM',
MDSYS.SDO_DIM_ARRAY
(MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('X', 387618.166225286, 388623.437500000, 0.000000050),
MDSYS.SDO_DIM_ELEMENT('Y', 7854080.500000000, 7855197.888110166, 0.000000050)
)
);
COMMIT;
```

**LOGRADOURO**

```
CREATE TABLE LOGRADOURO(
DESCRICA0          VARCHAR(500),
LOG                NUMBER,
);
```

**UNIDADE\_IMOB**

```
CREATE TABLE UNI_IMOB(
TRACAO_IDEAL      CURRENCY,
UNIDADE_IMOB_    NUMBER
PROP              SETOF(PROPRIETARIO));
```

**UNI\_N\_EDI**

```
(**);
UNDER UNIDADE_IMOB; -- HERANÇA
```

**UNI\_EDI**

```
CREATE TABLE UNI_IMOB_EDI(
AREA_CONSTR       NUMBER,
N_PAVIM           NUMBER,
COBERTURA        BOOLEAN,
* ACABAMENTO      NUMBER,
DATA_CONSTR       DATE,
UNI_IMOB_         NUMBER,
COD_UNI_IMOB      NUMBER)
UNDER UNIDADE_IMOB;
```

**PROPRIETARIO**

```
CREATE TABLE PROPRIETARIO(
DATA_AQUIS        DATE,
TELEFONE          VARCHAR(20),
PROPRIETARIO_    NUMBER
UNIDADE_IMO      SETOF(UNIDADE_IMOB));
```

**PROP\_FIS**

```
CREATE TABLE PROP_FIS(
NOME              VARCHAR(30),
CPF               VARCHAR(11),
DATA_NASC        DATE) UNDER PROPRIETARIO;
```

**PROP\_JUR**

```
(**) UNDER PROPRIETARIO;
```

## 6.4 VISUALIZAÇÃO DOS RESULTADOS UTILIZANDO O MAPVIEW

O MapView é um software desenvolvido pelo Departamento de Informática de Viçosa, para visualização e consulta de dados geográficos [BHE02]. Esse software foi desenvolvido em linguagem Delphi, utilizando-se o pacote MapObjects para visualização e consulta ao banco de dados. Através desse sistema é possível visualizar e consultar os temas disponíveis, através de comandos de visualização, navegação, consulta aos atributos dos objetos, controle de exibição, etc [BHE02].

A figura 12 mostra a visualização dos dados através do MapView. Podemos ver claramente as tabelas inseridas, testadas, trecho\_log, lotes, quadras, setores e bairros. Após a conexão do banco de dados ao MapView.

A figura 13 apresenta a seleção do lote 0014 e a amostragem de seus atributos, que são os seguintes.

- Lote\_ID – Objeto identificador do lote.
- Text – O código do lote dentro da quadra.
- CodSetor – O código do setor que este lote pertence.
- CodBairro – O código do bairro que este lote pertence.
- CodQuadra – O código do quadra que este lote pertence.

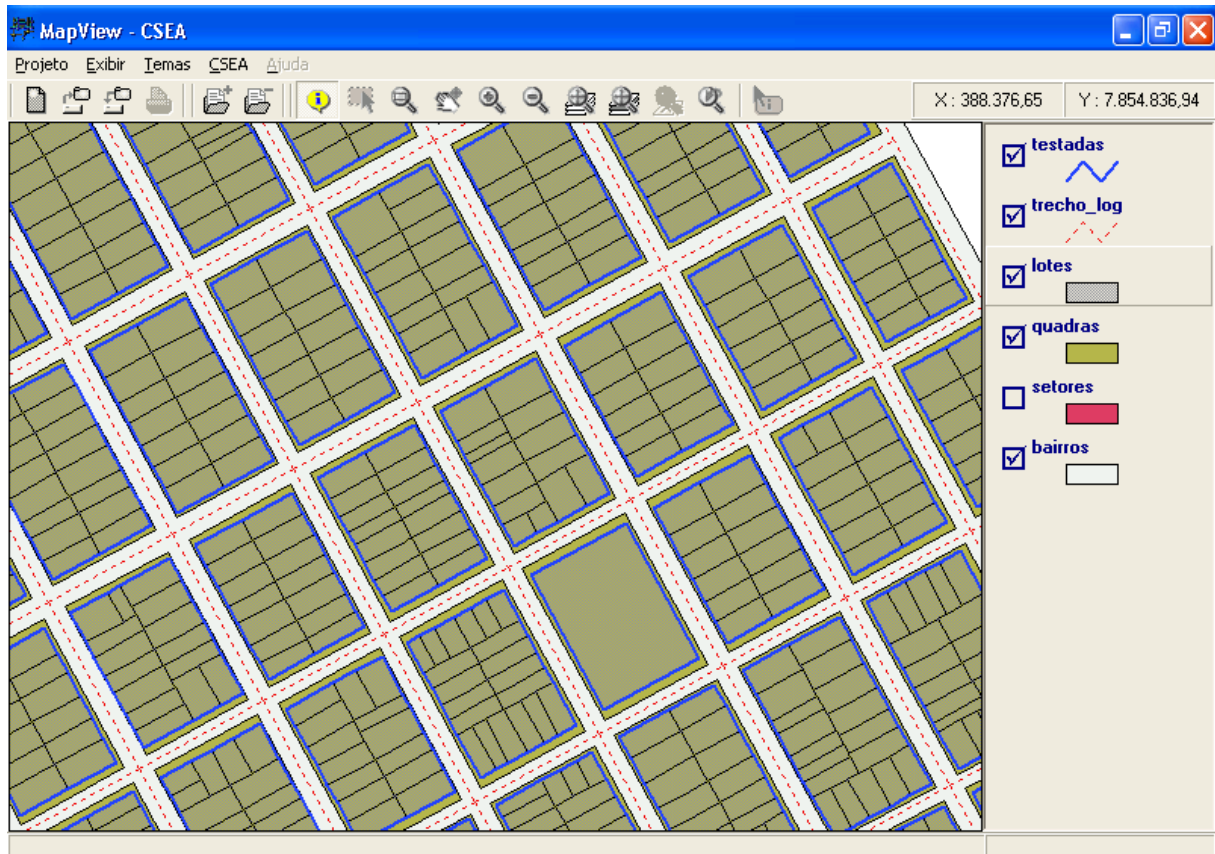


Figura 12. Visualização geral dos dados.

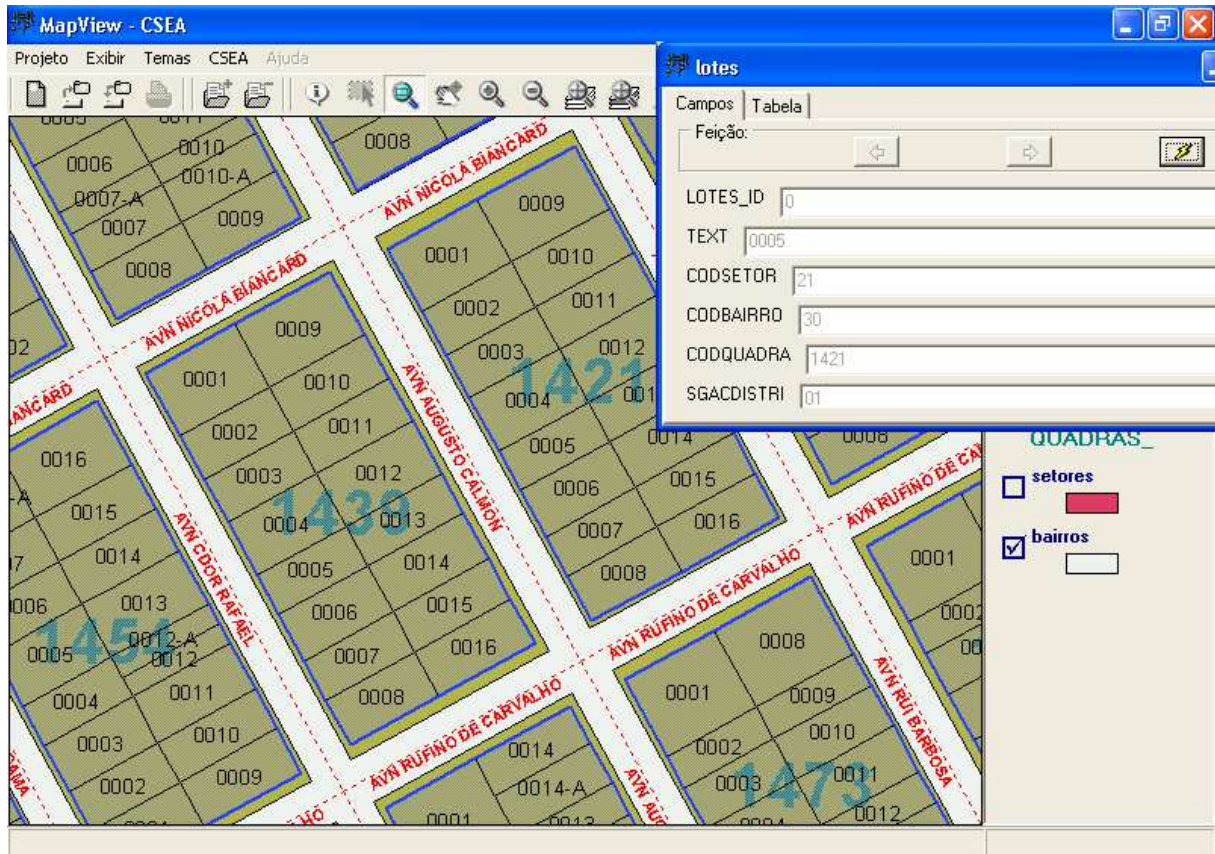


Figura 13. Seleção de um lote.

A figura 14 mostra a visualização dos atributos do proprietário de um determinado lote.

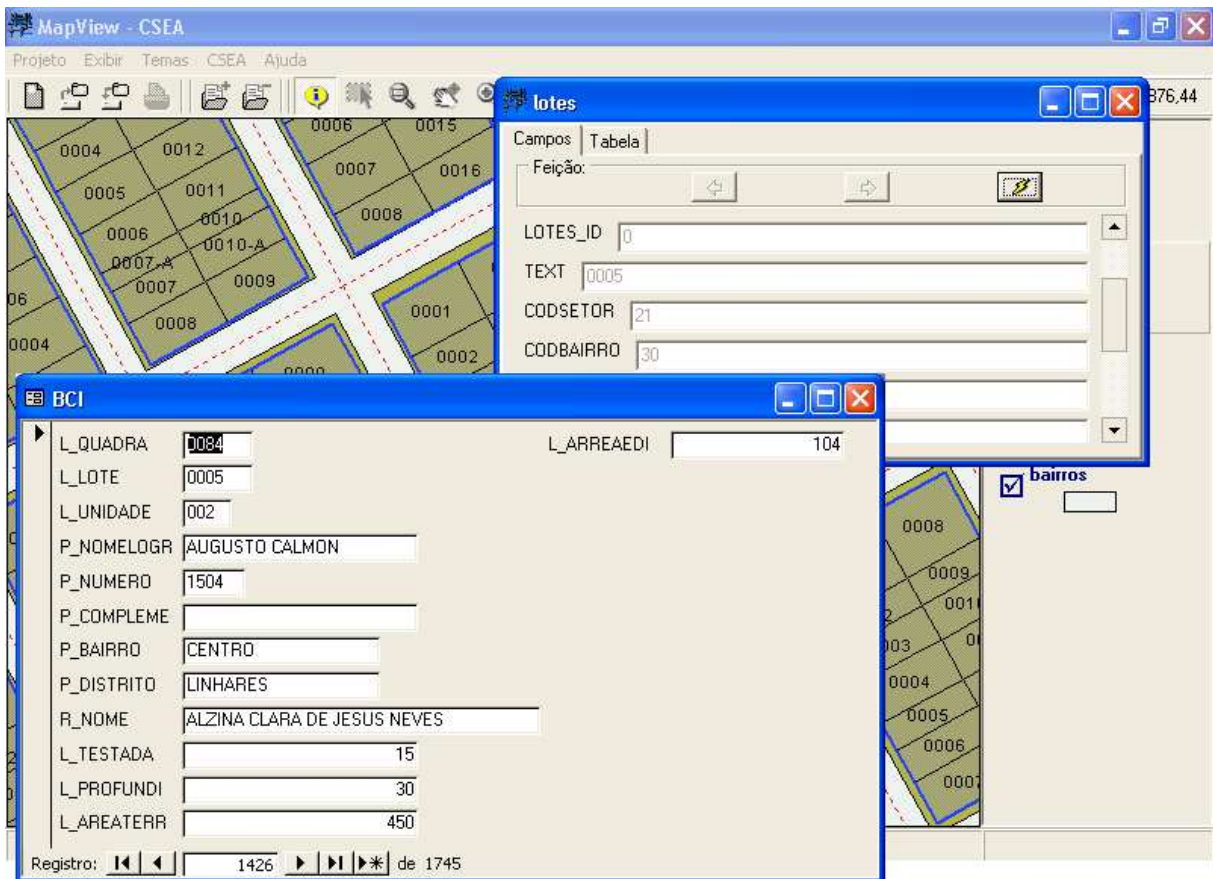


Figura 14. Visualização geral do registro de uma propriedade.

## 6.5 VISUALIZAÇÃO DOS RESULTADOS USANDO O SIG - GEOMEDIA

O GeoMedia é um SIG proposto pela InterGraph Corporation que permite conexões com diversos tipos de SGBDs, dentre eles o ORACLE, a partir dessas conexões é possível a visualização de todas as tabelas gráficas contidas no SGBD e a elaboração de consultas. É válido lembrar que estes tipos de consultas são realizados a partir de um padrão definido pelo GeoMedia, o que impossibilita a elaboração de consultas via SQL.

A figura 14 apresenta um exemplo de criação de consulta através do GeoMedia, neste exemplo é criada uma nova *query* (consulta), é selecionada a tabela de lotes.



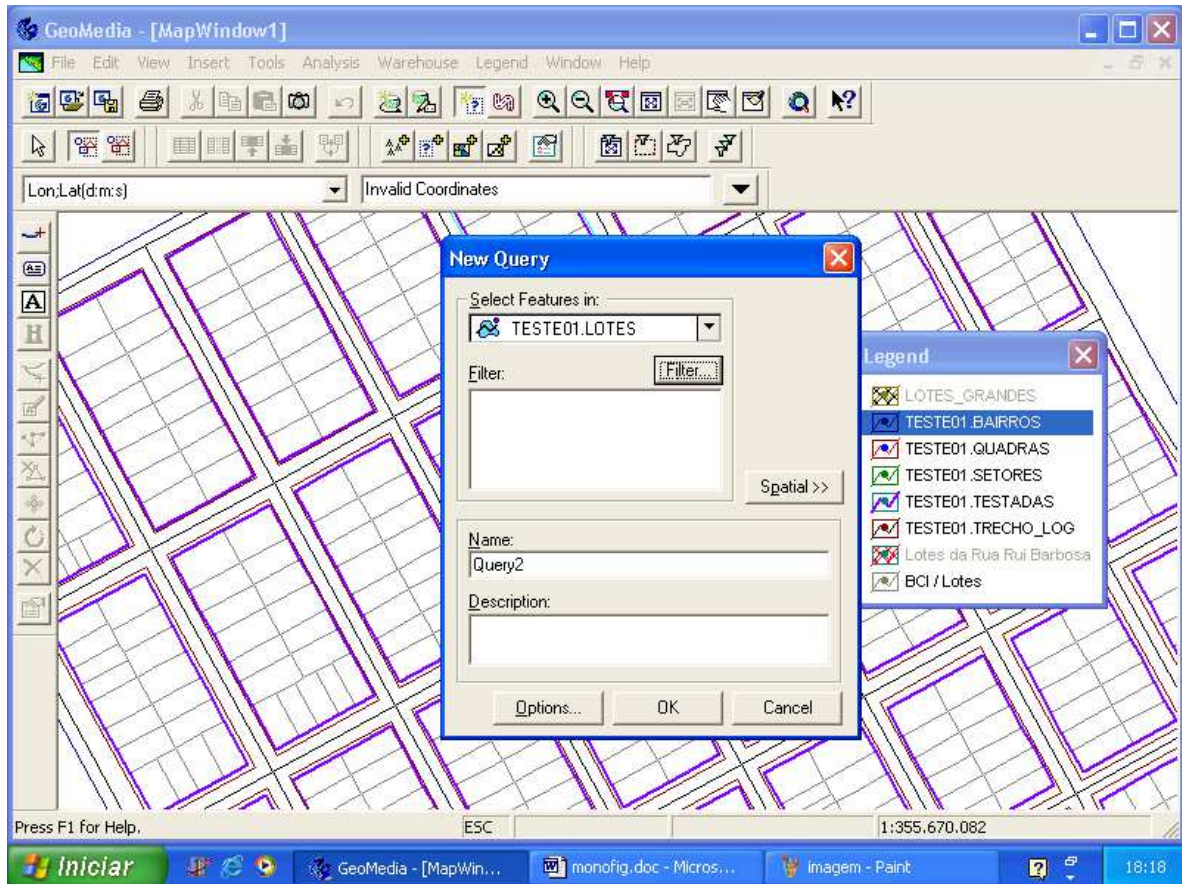


Figura 14. Consulta A1.

Na figura 15 dentro da janela New Query é adicionado uma condição para realização da consulta. A condição é a listagem dos lotes que têm a área menor que 200. O nome dado para esta consulta foi Lotes Mínimos.

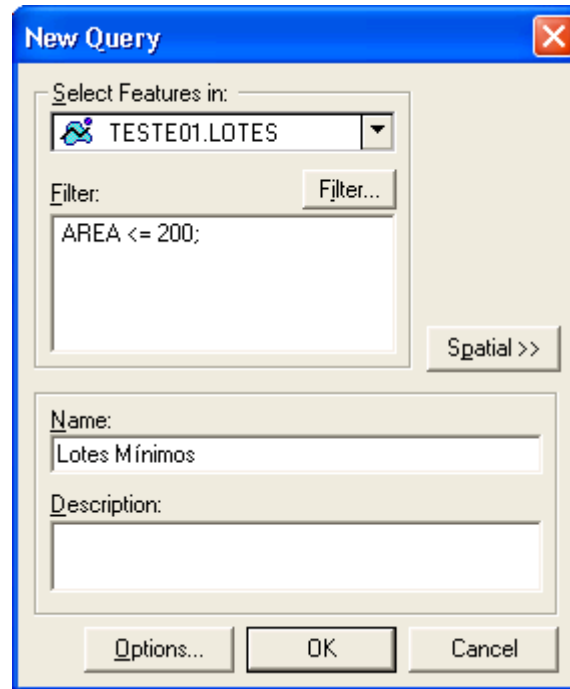


Figura 15. Consulta A2.

Na figura 16  mostrado visualmente a realizaao dessa consulta, pode-se ver que os lotes com áreas menores que 200 são listados na cor marrom.



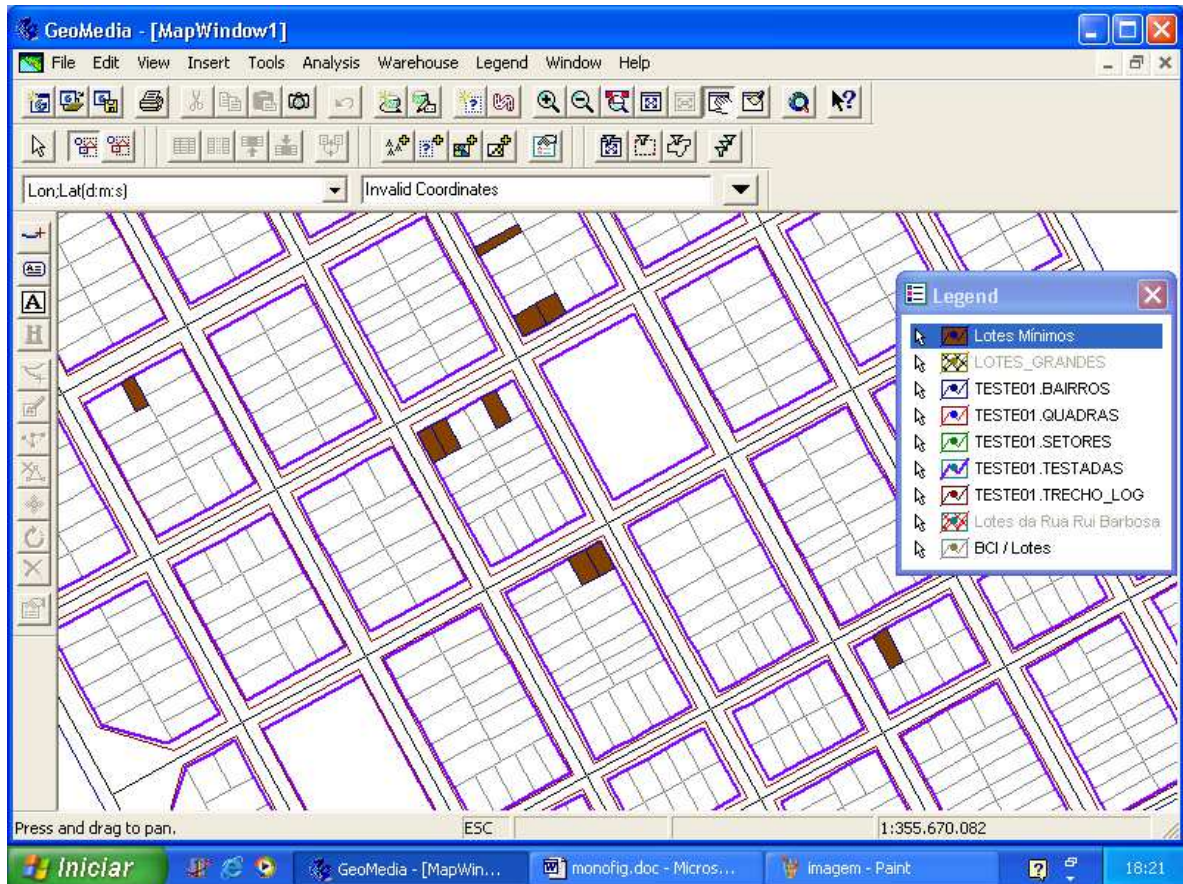


Figura 16. Consulta A3.

Como pode-se observar as figuras Consultas A1, A2, A3 representam uma consulta passo a passo.

As tabelas que contêm atributos espaciais são visualizadas através do menu Legend/New feature class. A figura 17 nos mostra a opção de inserção de classes do Oracle no GeoMedia.

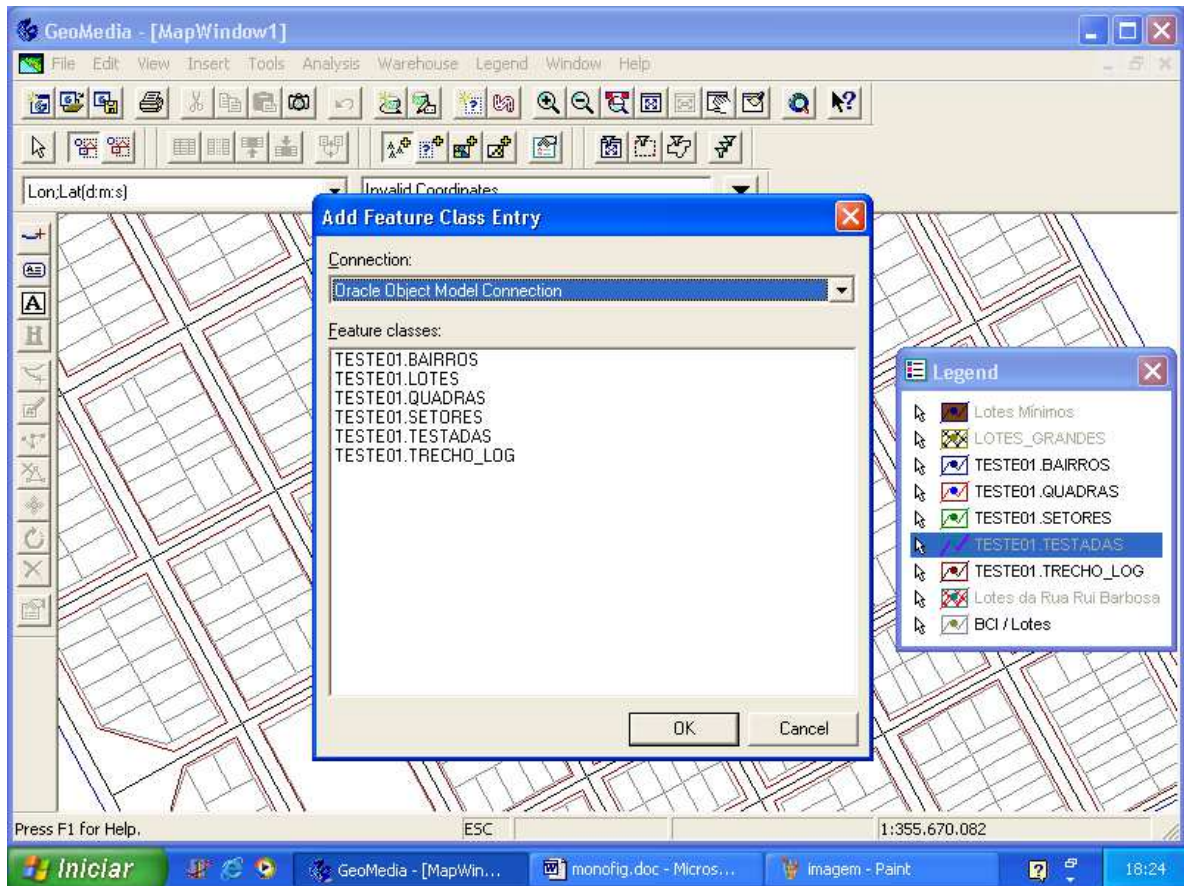


Figura 17. Inserção de classe.

## 7 CONCLUSÃO

O principal objetivo do projeto foi atingido, ou seja, a base de dados gerenciada pelo ORACLE pode ser visualizada em diferentes tipos de softwares, como Geomedia, MapView.

Foram utilizados o GeoMedia e o MapView para visualização dos dados armazenados em SGBG-OR (Oracle). É possível a elaboração de diversos tipos de consultas, porém não podem ser realizadas consultas diretamente via SQL, pois o GeoMedia e o MapView utilizam um padrão específico para elaboração destas, com o objetivo de padronizar a realização das mesmas. Assim, o usuário do sistema especifica somente a cláusula de filtragem dos dados. Não é possível pelo GeoMedia e pelo MapView fazer inserção de dados. Somente foi possível realizar o acesso aos dados no modo “somente leitura”.

Os relacionamentos entre classes de objetos espaciais e classes comuns funcionaram perfeitamente e puderam ser testadas em algumas das consultas realizadas.

Como foi visto, algumas classes, atributos e métodos não foram implementados no projeto, visto que o objetivo do projeto foi ter uma base de dados para satisfazer apenas o trabalho em pauta. As classes que não foram implementadas são Unidade Imobiliária não edificada e proprietário jurídico. Os campos tipo\_de\_terreno, tipo\_de\_pavimentação, acabamento não foram implementados por serem atributos compostos e por não haver a necessidade de se fazer uma estrutura completa para estes.

O trabalho pode ser expandido futuramente, principalmente na elaboração de métodos para validar algum tipo de entrada de dados, e assim aumentar a qualidade e confiabilidade da base. Outro estudo interessante é a elaboração de um método para a inserção de dados via interface gráfica, como o GeoMedia, uma vez que os softwares estudados não permitem a modificação da base.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ARO89] ARONOF, S. *Geografic Information Systems: A management perspective*. Canada: WDL Publications, 1989.
- [BHE02] BHERING, E. M.; LISBOA FILHO, J.; CALIJURI, M. L.; SOUZA, L. A. DE. *Sistema de informação da rede de infra-estrutura sanitária de Cachoeiro de Itapemirim-ES*. Revista IP-Informática Pública, Belo Horizonte, v.4, n.1, 2002
- [CHR97] CHRISMAN, N. *Exploring Geografic Information System*. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- [EAS95] EASTMAN, J. R. *IDRISI for Windows users's guide version 2.0 Introduction*. Worcester-MA, Graduate School of Geography, Clark University.
- [LIS00] LISBOA F., J.; *Modelagem de Banco de Dados Geográficos*. UFV Departamento de Informática de Viçosa-MG-Brasil 2000.
- [LIS02] LISBOA F. J.; PEREIRA, M. DE A.; *Desenvolvimento de uma ferramenta CASE para o Modelo UML-Geoframe com Suporte para padrões de análise*. UFV Departamento de Informática de Viçosa-MG-Brasil 2002.
- [LIS99] LISBOA F. J., CASTRO A., IOCHPE C.; *Artigo - Projeto de Banco de Dados Geográficos: Mapeando Esquemas Geoframe para SIG spring*. UFV Departamento de Informática de Viçosa-MG-Brasil; UFRGS Instituto de Informática.

