

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO

**A VISUALIZAÇÃO DE CONSULTAS DE UM SISTEMA DE
INFORMAÇÃO GERENCIAL EM UM SISTEMA DE
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA AVANÇANDO A
INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS**

RODRIGO ALVES

BLUMENAU
2009

2009/1-18

RODRIGO ALVES

**A VISUALIZAÇÃO DE CONSULTAS DE UM SISTEMA DE
INFORMAÇÃO GERENCIAL EM UM SISTEMA DE
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA AVANÇANDO A
INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Regional de Blumenau para a
obtenção dos créditos na disciplina Trabalho
de Conclusão de Curso II do curso de Ciências
da Computação — Bacharelado.

Prof. Marcel Hugo, M. Eng. - Orientador

**BLUMENAU
2009**

2009/1-18

**A VISUALIZAÇÃO DE CONSULTAS DE UM SISTEMA DE
INFORMAÇÃO GERENCIAL EM UM SISTEMA DE
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA AVANÇANDO A
INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS**

Por

RODRIGO ALVES

Trabalho aprovado para obtenção dos créditos
na disciplina de Trabalho de Conclusão de
Curso II, pela banca examinadora formada
por:

Presidente: _____
Prof. Marcel Hugo, M. Eng. – Orientador, FURB

Membro: _____
Prof. Dalton Solano dos Reis, Mestre – FURB

Membro: _____
Prof. Cláudio Ratke, Mestre – FURB

Blumenau, 09 de julho de 2009

Dedico este trabalho especialmente a meus pais e a todos os amigos, especialmente aqueles que me ajudaram diretamente na realização deste.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo seu imenso amor e graça.

À minha família e meus amigos que mesmo longe, sempre estiveram presentes, apesar dos empurrões e cobranças.

Ao meu professor e orientador, Marcel Hugo, por ter acreditado na conclusão deste trabalho, ajudando na obtenção junto a Prefeitura Municipal de Blumenau dos arquivos utilizados para visualização do mapa de Blumenau, os quais foram indispensáveis para este trabalho.

À minha namorada Marli F. Alves pelo grande incentivo, compreensão e apoio durante todo o período de graduação e especialmente no desenvolvimento deste trabalho.

Em especial aos meus pais Lucas e Magrid Alves pelo apoio que sempre me deram em todos meus estudos e pelos princípios básicos da honestidade, amor e verdade.

Gênio é aquele que tem uma grande paciência.

Thomas Edson

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma nova funcionalidade para um determinado Sistema de Informação Gerencial (SIG), possibilitando a visualização de seus dados em um Sistema de Informação Geográfica (GIS), tornando-se uma ferramenta para Inteligência de Negócios que promove facilidades nas decisões estratégicas e gerenciais. Estas informações serão visualizadas numa interface na forma de mapas temáticos, utilizando o componente activeX MapWinGIS, de código aberto. A funcionalidade foi desenvolvida no ambiente Borland Delphi 7.0 e consta neste trabalho a apresentação da utilização da mesma.

Palavras-chave: Sistema de informação geográfica. Mapeamento de dados. Inteligência de negócios.

ABSTRACT

This work presents the development of a new feature for a Management Information System (MIS), allowing the visualization of your data in a Geographic Information System (GIS), for creating a business intelligence tool to improve strategic decisions and management. This information will be displayed thru thematic maps interface using the ActiveX component MapWinGIS, an open source component. The feature was developed in Borland Delphi 7.0 and this work is the presentation of its use.

Key-words: Management information system. Mapping data. Business intelligence.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cadeia do processo de inteligência.....	15
Figura 2 - Ciclo de inteligência de negócios	16
Figura 3 – Consulta: vendas por níveis	18
Figura 4 – Componentes de um GIS	20
Figura 5 - Organização dos dados gráficos na forma de níveis de informação.....	21
Figura 6 – Geometrias: ponto2D, amostra e polígono	22
Figura 7 – Representação geométrica de grade regular.....	22
Figura 8 - Mapa e menu do MapWinGIS	25
Figura 9 - Pontos com suas descrições	25
Figura 10 - Banco de dados de um <i>shapefile</i>	26
Figura 11 - Função mostrar informações da entidade equipamentos	27
Figura 12 – Função mostrar equipamentos e informações do SGBD	27
Quadro 1 – Descrição do caso de uso visualizar no mapa a consulta do SIG.....	29
Figura 13 - Diagrama de atividades da funcionalidade	30
Figura 14 – Diagrama de classe da funcionalidade	31
Figura 15 – Modelagem das informações dos <i>shapefiles</i>	32
Quadro 2 – Parte do código responsável por guardar informações e criação do <i>shapefile</i>	34
Figura 16 – Mapa carregado e configurado utilizando o MapWinGIS na interface proposta .	34
Quadro 3 – Parte do código fonte que percorre todos os <i>shapes</i> do <i>shapefile</i> para adicionar <i>labels</i>	35
Quadro 4 – Parte do código fonte do procedimento <code>AdicionaLabel</code>	35
Quadro 5 – Parte do código fonte responsável de criar um ponto no mapa	35
Quadro 6 – Parte principal da função de localização de um logradouro.....	36
Quadro 7 – Parte do código fonte que salvar o mapa para imagem	36
Figura 17 – Modelagem das tabelas disponibilizadas do SIG.....	37
Figura 18 – Consulta vendas por níveis	37
Figura 19 – Tela da nova funcionalidade proposta	38
Figura 20 – Tela do resultado da execução das ferramentas	39
Figura 21 – Tela de configuração dos <i>layers</i>	39
Figura 22 – Tela contendo as propriedades do <i>layer</i>	40
Figura 23 – Tela de configurações gerais do mapa	40

Quadro 8 – Quadro de comparação entre os softwares GIS.....41

LISTA DE SIGLAS

DM – *Data Mining*

DW – *Data Warehouse*

ESRI – Environmental Systems Research Institute

GIS – Sistema de Informação Geográfica

IN – Inteligência de Negócios (*Business Intelligence*)

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MER – Modelo Entidade-Relacionamento

RF – Requisito Funcional

RNF – Requisito Não-Funcional

SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SIG – Sistema de Informação Gerencial

SIN – Sistema de Inteligência de Negócios

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas

UML – *Unified Modeling Language*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO	13
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS.....	14
2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL	17
2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	18
2.3.1 Características de um GIS	19
2.3.2 Aplicações	22
2.4 FORMAS PARA INTEGRAÇÃO AO GIS.....	23
2.5 TRABALHOS CORRELATOS.....	24
3 DESENVOLVIMENTO DA FUNCIONALIDADE	28
3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO.....	28
3.2 ESPECIFICAÇÃO	28
3.2.1 Modelo de caso de uso	29
3.2.2 Modelo de atividades	29
3.2.3 Diagrama de classes	31
3.3 IMPLEMENTAÇÃO	31
3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas.....	32
3.3.2 Implementação da funcionalidade.....	32
3.3.3 Operacionalidade da implementação	36
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4 CONCLUSÕES	42
4.1 LIMITAÇÕES DA FUNCIONALIDADE.....	42
4.2 EXTENSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

As empresas estão crescendo rapidamente, buscando seu espaço entre tantas que existem. Diferenciam umas das outras, segundo Oliveira (1997, p. 50), aquelas que possuem uma equipe eficiente para o gerenciamento estratégico, gerencial e operacional dos negócios. Juntamente com as empresas, os softwares evoluem. Esta evolução se dá pela gama de informações por eles processadas. Encontramos no mercado vários sistemas para o gerenciamento das informações, entre os quais pode-se citar o Sistema de Informação Gerencial (SIG) que, segundo Oliveira (1997, p. 39), é a transformação dos dados em informações que são utilizadas na estrutura decisória da empresa.

No mundo onde as estratégias de marketing são muito importantes, as empresas estão procurando aumentar seus horizontes, investindo na tecnologia de seus softwares. Dentre muitas tecnologias utilizadas pelas empresas, cita-se a Tecnologia de Informações Geográficas, que possui grande potencial na geração de informações. A partir desta tecnologia, surge os Sistemas de Informações Geográficas (*Geographic Information System - GIS*). Câmara (1996, p. 25) afirma que esta tecnologia envolve softwares e ferramentas de hardware para coleta, análise e processamentos dos dados, proporcionando o melhor entendimento das informações visualizadas geograficamente.

Com o uso de GIS, pode-se tentar responder questões como: qual o melhor local para abrir uma nova filial? Qual a localização dos melhores clientes, dos fornecedores e dos concorrentes? Qual o melhor itinerário para distribuição das mercadorias?

Procurando responder estas perguntas utilizando a Inteligência de Negócios (IN), que Stair (1998, p. 254) define como processo de coleta, análise, integração e monitoração de dados para oferecer suporte à gestão dos negócios, surgiu a idéia de desenvolver uma nova funcionalidade que integrasse as informações dos sistemas gerenciais das empresas com as informações geográficas, demonstrando os dados pesquisados em mapas divididos por regiões. Esta funcionalidade é aplicada ao SIG utilizado numa cooperativa de consumo (supermercado) situada no estado de Santa Catarina, e juntamente, os dados referentes a clientes, produtos, estoque e compras.

A visualização dos mapas é feita através do componente GIS disponibilizado por Ames (2006) chamado de MapWinGIS, sendo um activeX de código livre instalado no ambiente de programação Delphi disponibilizando componentes visuais para manipulação de mapas geográficos.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma nova funcionalidade que apresente visualmente os dados do Sistema de Informação Gerencial, atualmente utilizado numa cooperativa de consumo, com um Sistema de Informação Geográfica.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) integrar o GIS e SIG de maneira transparente ao usuário final;
- b) gerar mapas temáticos no GIS através das pesquisas efetuadas no SIG;
- c) disponibilizar uma interface para interação do usuário com o mapa gerado pelo GIS.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em capítulos. O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica do trabalho, contextualizando os conceitos da Inteligência de Negócios, dos Sistemas de Informação Gerenciais, dos Sistemas de Informação Geográficos juntamente de suas características, componentes e aplicações, as formas para integração ao GIS. E por fim apresentado dois trabalhos correlatos.

O terceiro capítulo apresenta os requisitos, especificação, implementação e resultados obtidos no desenvolvimento da funcionalidade. São apresentados o modelo de caso de uso, o diagrama de atividades e o diagrama de classe.

O quarto capítulo apresenta conclusões, limitações e sugestões para futuros trabalhos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados conceitos importantes relacionados ao desenvolvimento da nova funcionalidade: Inteligência de Negócios; Sistema de Informação Gerencial; Sistema de Informação Geográfica; formas para integração ao GIS e por fim os trabalhos correlatos.

2.1 INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS

O acelerado crescimento da tecnologia e informatização das empresas possibilitou avanços nos negócios, gerando através dos sistemas uma grande gama de informações que são armazenados em repositórios que muitas vezes o acesso torna-se muito difícil.

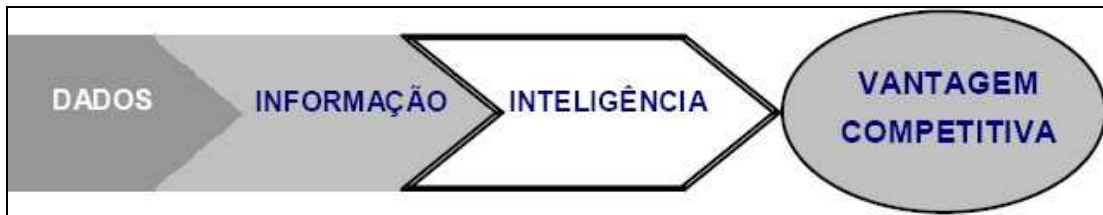
Tentando tornar estas informações mais acessíveis, para Tronto (2006) surge a Inteligência de Negócios (IN) chamada também de *Business Intelligence* que “consiste de uma vasta categoria de tecnologia e programas aplicativos utilizados para extrair, armazenar, analisar e transformar grandes volumes de dados [...] onde há produção sistemática de informação gerencial”.

Segundo Tronto (2006) IN tem como principais características:

- a) capacidade de extrair e integrar dados;
- b) transformação dos registros em informação útil para o conhecimento empresarial;
- c) análise de dados contextualizados;
- d) procura de relações de causa e efeito, trabalhando com hipóteses e desenvolvendo estratégias e ações competitivas.

Inteligência é o resultado de um processo que começa com a coleta de dados. Esses dados são organizados e transformados em informação, que, depois de analisada e contextualizada, transforma-se em inteligência. WANDERLEY (1999, p. 191).

Aplicando a inteligência no processo de decisão, resulta em vantagens competitivas para a organização, como ilustrado na Figura 1.



Fonte: Wanderley (1999, p. 191).

Figura 1 - Cadeia do processo de inteligência

Para Herring (1997 apud WANDERLEY, 1999, p. 191) a IN “é o conhecimento e previsão dos ambientes interno e externo à empresa, orientando as ações gerenciais, tendo em vista a obtenção de vantagens competitivas”.

Com os dados armazenados, segundo Tronto (2006), em Depósito de Dados (*Data Warehouse* - DW), hoje utilizados para entregar aos gestores em forma de informação mais precisa possível, que até então representam fatos comuns como: nome, endereço, telefone, etc. Com a aplicação da IN nas informações dos DW, surge o *Data Mining* (DM), tendo objetivo de melhorar o uso das informações armazenadas utilizando algoritmos inteligentes podendo assim, selecionar os padrões mais relevantes para as aplicações. Algumas destas técnicas citada por Tronto (2006) como árvore de decisão¹, algoritmos genéticos² e redes neurais³.

Tronto (2006) enfatiza que devemos usar conhecimentos e IN vem para estruturar, acessar e explorar estas informações armazenadas em DW, tendo objetivo de desenvolver percepções, entendimentos e conhecimentos, os quais vem melhorar no processo de tomada de decisão.

Surge assim Sistema de Inteligência de Negócios (SIN) que Wanderley (1999, p. 191) define como processo organizacional pelo qual a informação é sistematicamente coletada, analisada e disseminada como inteligência aos usuários que a partir dela possam tomar decisões. Dentre estas informações podemos citar: de clientes, de fornecedores, de concorrentes, de alianças estratégicas, podendo estender a eventos econômicos, reguladores e políticos.

A pesar das muitas definições para IN, todas levam a concluir que, aplicando nas organizações acabam abrindo novos horizontes. Um processo formal de inteligência de negócios para Wanderley (1999, p. 191), pode propiciar a empresa em alguns aspectos:

- a) antecipar mudanças no mercado;

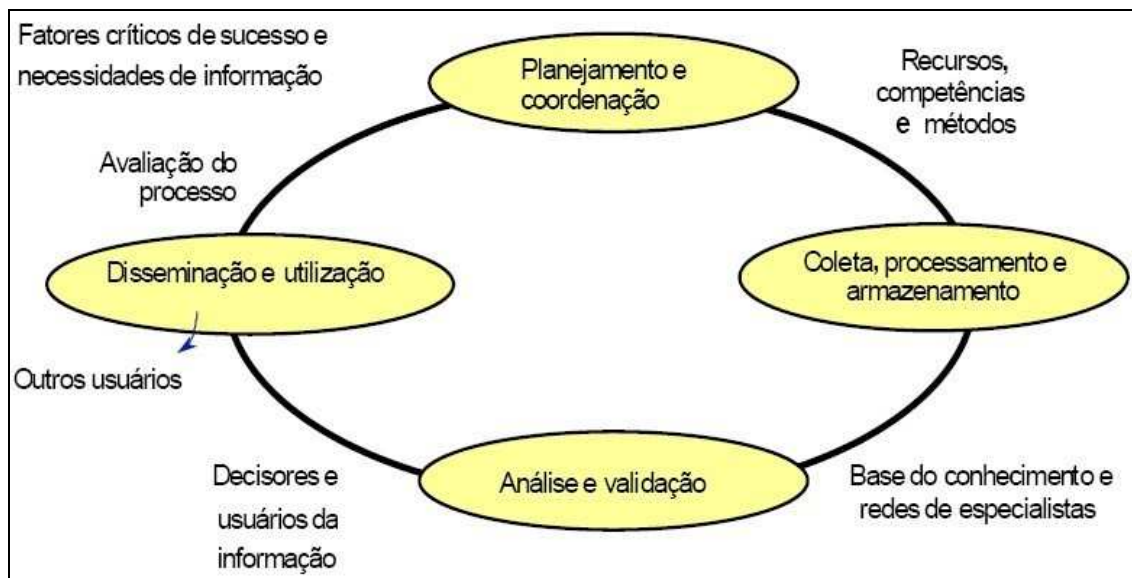
¹ Técnica utilizada a partir de uma massa de dados para criar e organizar regras de classificação e decisão em formato de diagrama de árvores.

² São métodos de busca e otimização inspirados nos mecanismos de evolução de seres vivos.

³ É uma tecnologia cada vez mais usada em *Data Mining*. Consistem em algoritmos e procedimentos computacionais que imitam a capacidade de aprendizado do cérebro.

- b) antecipar ações dos competidores;
- c) descobrir novos ou potenciais competidores;
- d) aprender com os sucessos e as falhas dos outros;
- e) conhecer sobre novas tecnologias, produtos;
- f) entrar em novos negócios;
- g) rever suas próprias práticas de negócio;
- h) auxiliar na implementação de novas ferramentas gerenciais.

Segundo Wanderley (1999, p. 191) o processo de planejamento e operacionalização do sistema pode ser representado, por meio do “ciclo de inteligência” demonstrado na Figura 2, que compreende por quatro etapas.



Fonte: Wanderley (1999, p. 191).

Figura 2 - Ciclo de inteligência de negócios

As etapas descritas por Wanderley (1999, p. 192) são:

- a) planejamento e coordenação: Fase onde são definidas as bases para o sistema. É importante a presença da alta gerência para a concepção do sistema e escolha da estrutura de inteligência a ser adotada. Identificadas às necessidades obtidas dos fatores críticos de sucesso, do desdobramento das entrevistas, elabora-se o projeto do SIN, com seu plano de implantação. O plano de implantação deve conter: objetivos e escopo, seleção de fontes, seleção de métodos e ferramentas, definição da infra-estrutura, definição da estratégica e do plano de implantação e por último a proposta de orçamento e de recursos humanos;
- b) coleta, processamento e armazenamento: Esta fase envolve a busca de fontes de informações para atender as necessidades levantadas na etapa anterior, bem como de ferramentas para o tratamento e armazenamento dessas informações;

- c) análise e validação: as informações coletadas na etapa anterior, muitas sem conexão entre si, são analisadas por especialistas da área. O objetivo é verificar a consistência das informações, estabelecer relações e avaliar o impacto para a organização. Algumas perguntas como: quais são as técnicas disponíveis e suas relações? Qual o foco e escopo da área em questão? Que restrições de tempo? São necessárias para definição das técnicas para efetuar a análise;
- d) disseminação e utilização: etapa que encerra o ciclo de inteligência de negócios, quando disponibiliza o resultado do processo para os usuários. O valor agregado acontece quando os profissionais de IN tomam conhecimento dos fatos, avaliam seu potencial estratégico e então desenvolvem estratégia apropriada de disseminação, visando facilitar o fluxo desta informação.

O mercado de IN para Tronto (2006) aponta para valores bastante significativos para os primeiros anos do novo milênio. O crescimento do conceito de IN e a forte tendência a fusões e aquisições, o mercado para os próximos anos será bastante disputado.

2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL

Conforme Paredes (1994, p. 2), Sistema de Informação (SI) é utilizado como sinônimo de “sistema de base de dados” ou “sistema de processamento de dados”. De forma geral, um sistema possui a função de entrada, armazenamento, processamento e saída das informações, que nem sempre pode ser computadorizado. “A função de um SI é prover informação ao usuário de modo a executar ou adotar decisões na pesquisa, no planejamento e no gerenciamento” (PAREDES, 1994, p. 2). Quando estas funções são voltadas para geração de informações que são necessárias e utilizadas no processo decisório da empresa, Oliveira (1997, p. 76) diz que é um SIG.

De acordo com Stair (1998, p. 208), a finalidade do SIG é auxiliar a organização a atingir suas metas, favorecendo aos seus gestores uma visão das operações executadas da organização permitindo controle, organização e planejamento mais eficiente e eficaz.

Os SIGs utilizam informações obtidas de fontes internas e/ou externas, armazenadas em banco de dados, para assim processar. A apresentação destas informações, para Stair (1998, p. 226), é um conjunto de relatórios que são distribuídos aos administradores da organização.

Stair (1998, p. 227) descreve que a maioria dos SIGs está organizada paralelamente às linhas funcionais da empresa, que tipicamente são as áreas contábil, financeira, industrial, de marketing e de recursos humanos, envolvendo assim todos os setores da organização.

Na Figura 3 tem-se o SIG utilizado atualmente na cooperativa de consumo, com dados das vendas dos produtos de uma determinada categoria (bombons) e de uma filial (Indaial) numa data (13 de dezembro de 2006).

Consulta Vendas por Níveis

13/DEZEMBRO/06(QUA)F/G 1- Filial: INDAIAL 4- Subcategoria: BOMBOM CAIXA 400GR

2- Gerenciador: SILVIO MERCEARIA 5- Produto

3- Categoria: BOMBONS

Ordem: Vlr. Vendido

Pesquisar: Buscar somente os primeiros

Num	DSC	Vlr Vendido	% Vlr...	Qtd Vendida	% Qtd...	Sobra Bruta	% Sobra Bruta	Sobra Ajust.	% Sobr...	Vlr Custo Médio	%
1	GRANDES SUCESSOS DA LACTA 400G	3.614,45	72,60	805,000	74,74	-99,12	-2,74	-99,12	-2,74	2.584,05	
2	ESPECIALIDADES NESTLE 400G	1.034,55	20,78	209,000	19,41	16,20	1,57	16,20	1,57	695,05	
3	BOMBOM GARDTO 400G	296,46	5,95	54,000	5,01	20,91	7,05	20,91	7,05	182,90	
4	BOMBOM CLASSY 200G	14,45	0,29	5,000	0,46	1,28	8,89	1,28	8,89	8,65	
5	BOMBOM NEUGEBAUER AMOR CARIOCA 300G	9,98	0,20	2,000	0,19	1,86	18,60	1,86	18,60	5,01	
6	BOMBOM GARDTO MIX 300G	4,98	0,10	1,000	0,09	0,43	8,71	0,43	8,71	2,99	
7	BOMBOM NOITE DE GALA NEUGEBAUER 185G	3,65	0,07	1,000	0,09	0,63	17,24	0,63	17,24	1,88	

Vlr Vendido: 4.978,52 | Qtd Vendida: 1.077,000 | Vlr Impostos: 1.555,79 | Vlr Sobra Bruta: -57,80 | %: -1,16 | Vlr Sobra Ajust.: -57,80 | %: -1,16 | Vlr Custo Médio: 3.480,53

Fonte: cooperativa de consumo (2008).

Figura 3 – Consulta: vendas por níveis

2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

A definição de GIS tornou-se muito diversificada, devido à expansão da sua aplicação nos diversos ramos e atividades. O conceito de GIS, segundo Paredes (1994, p. 19), surgiu nos anos 60, com a idéia de sobrepor e combinar diversos tipos de dados em um mesmo mapa. Não tem apenas a função de automatizar a função de desenho, mas associar atributos gráficos e não-gráficos de recursos cartográficos, resultando em mapas que demonstram dados geográficos, ambientais ou demográficos.

Câmara (1996, p. 21) define este sistema como “sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos”, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos do mundo real.

Os GISs significam muito mais que uma simples codificação, armazenamento e recuperação de dados espaciais. Geralmente, estes dados representam um modelo do mundo real, que permitem realizar simulações com situações específicas, alguns dos quais não seriam possíveis no modelo real. Por isso é importante a capacidade de realidade e a capacidade de transformação do sistema. (PAREDES, 1994, p. 23).

2.3.1 Características de um GIS

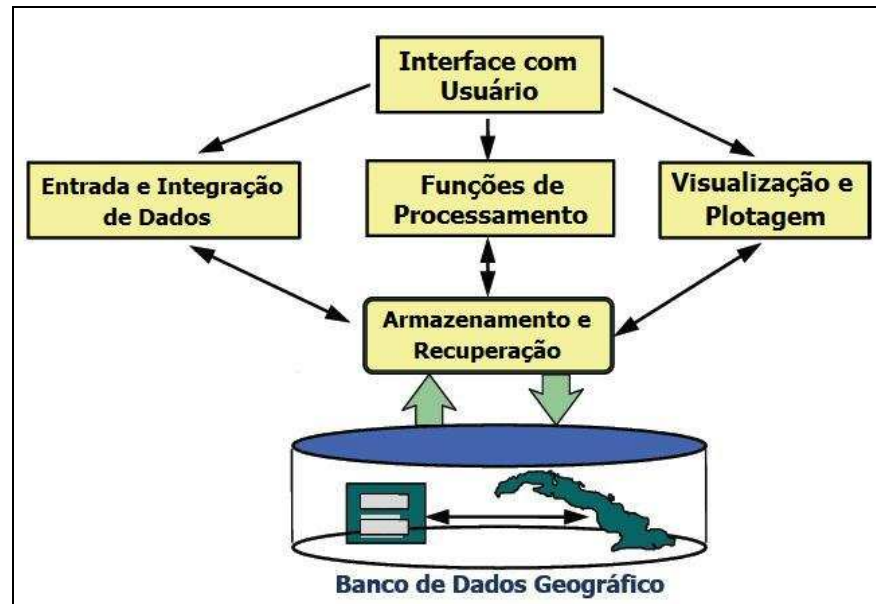
Através da grande abrangência de utilização do GIS, Câmara (1996, p. 22) divide o GIS em duas características importantes. A primeira, tais sistemas permitem a integração, numa única base de dados de informações geográficas obtidas de diversas formas, como: dados cartográficos, censos, cadastro urbano e rural, imagens de satélites, etc. A segunda, oferece a funcionalidade de recuperação, manipulação e visualização dos dados, através de algoritmos de manipulação e análise.

Câmara (1996, p. 22) descreve que as informações contidas nos GISs são organizadas na forma de banco de dados geográficos e obtidas de quatro formas: a entrada de dados via caderneta de campo, a digitalização em mesa, a digitalização ótica e a leitura dos dados na forma digital, incluindo importação de dados em outros formatos.

Para PAREDES (1994, p. 109), a característica básica de um GIS é a integração de dois tipos de dados: os gráficos e não gráficos.

Os dados gráficos compõem a base cartográfica que corresponde de pontos, linhas e polígonos que representam os diversos aspectos existentes e possíveis de serem mapeados (residências, rodovias, redes hidrográficas, etc). Os dados gráficos podem ser de modelo vetorial ou *raster*. O modelo vetorial caracteriza-se pela facilidade de localizar, relacionar e descrever as entidades e o modelo *raster* consiste de um *grid*, composto por linhas e colunas definindo uma posição onde representa um pixel ou célula.

Os dados não-gráficos, também chamados de descritivos ou atributos, representam a quantidade e qualidade das entidades contidas na base cartográfica (tipo de solo, pluviosidade, estrutura geologia, etc). Câmara (1996, p. 22) considera que um GIS possui cinco componentes, ilustrados na Figura 4.



Fonte: adaptado de Câmara (1996, p. 24).

Figura 4 – Componentes de um GIS

A Figura 4 mostra também o relacionamento entre os componentes. Cada GIS implementa estes componentes de forma hierárquica e distinta, seguindo suas necessidades e objetivos.

No nível mais próximo ao usuário, a interface define como se opera e funciona o sistema. No nível intermediário, um GIS deve ter mecanismo de processamentos de dados espaciais (entrada, adição, análise, visualização e saída). Já no nível mais interno do GIS, um sistema de gerência de banco de dados geográficos permite o armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos.

Para Druck (2004, p. 28) o modelo organizacional mais utilizado de bancos de dados geográficos é o modelo georelacional (ou arquitetura dual), que utiliza um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) relacional. No entanto o SGBD relacional não conhece a estrutura gráfica externa, podendo ocorrer inconsistência ao introduzir dados.

Pertencendo à classe de dados espaciais, os dados geográficos ou geo-referenciados, são os dados utilizados nos software GIS. Estes dados descrevem fatos, objetos e fenômenos do mundo real e representam geograficamente o posicionamento dos mesmos.

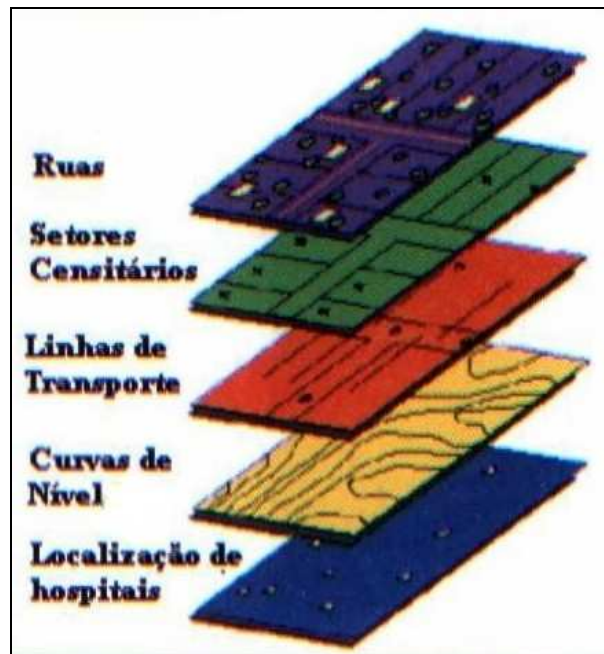
Para Câmara (1996, p. 37), os dados gráficos são habitualmente caracterizados por três componentes fundamentais:

- a) características não-espaciais: nome e o tipo da variável obtido através do fenômeno estudado;
- b) características espaciais: informação espacial do fenômeno estudado, associada as propriedades geométricas e topológicas (nome, distância, velocidade, capacidade,

área, população, volume);

- c) características temporais: informações dos dados coletados e de seus prazos (data de aquisição, validade, fonte da informação).

Nos GIS, os dados gráficos são organizados segundo Carvalho (2000, p 46) na forma de planos de informação (*layers*), como uma série de camadas, tendo para cada uma suas características gráficas espacialmente relacionadas. Cada camada está relacionada a outras camadas através de um sistema de coordenadas comum. A organização por camadas é definida segundo os temas de interesse, tais como: trechos de ruas, setores censitários, eixos viários, curvas de nível, localização de serviços, divisão territorial entre outros. A Figura 5 representa um tipo de organização dos dados gráficos na forma de níveis de informação.



Fonte: Carvalho (2000, p. 46).

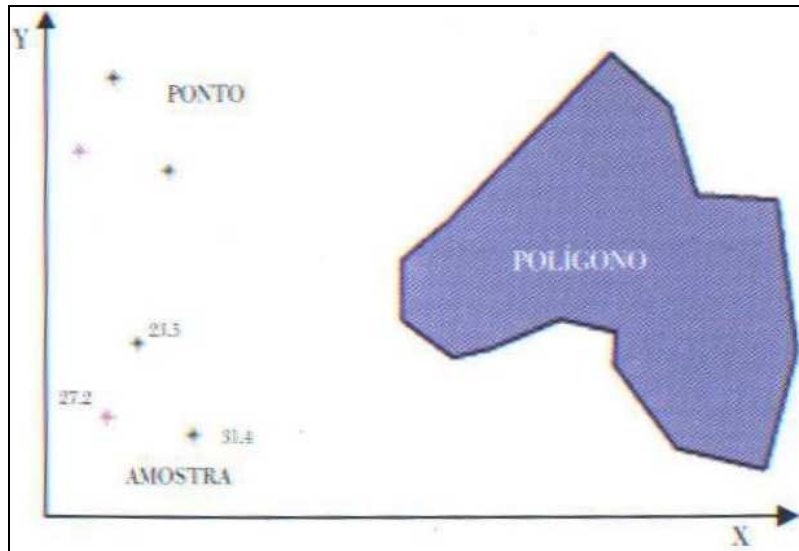
Figura 5 - Organização dos dados gráficos na forma de níveis de informação

Existem várias representações geométricas utilizadas onde Druck (2004, p. 29) subdivide:

- pontos 2D:** é um par ordenado (x, y) de coordenadas espaciais que indica um local de ocorrência de um evento, que esta representado na Figura 6;
- polígonos:** é um conjunto de pares ordenados $\{(x, y)\}$ de coordenadas espaciais, onde o primeiro ponto deve ser idêntico ao ultimo, formando uma região fechada, a representação esta na Figura 6;
- amostras:** são pares ordenados (x, y, z) nos quais os pares (x, y) representam o ponto no espaço e z indica o valor do fenômeno estudado para a localização. Utilizado para casos de estudos geofísicos, geoquímicos e oceanográficos,

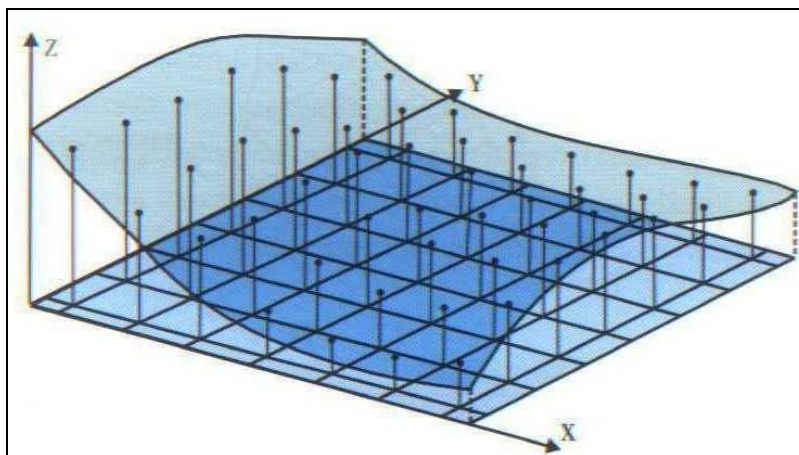
representado na Figura 6;

- d) grade regular: corresponde uma matriz onde cada elemento está associado a um valor numérico, um exemplo e encontrado na Figura 7;
- e) imagem: é uma matriz na qual cada elemento está associado a um valor inteiro (usualmente na faixa entre 0 e 255), usada para visualização.



Fonte: Druck (2004, p. 30).

Figura 6 – Geometrias: ponto2D, amostra e polígono



Fonte: Druck (2004, p. 31).

Figura 7 – Representação geométrica de grade regular

2.3.2 Aplicações

Para Câmara (1996, p. 27), o domínio de aplicação de GIS vem ampliando devido à evolução dos dispositivos de coleta e às facilidades computacionais em geral. “Cada aplicação requer a manipulação de fenômenos geográficos distintos, associados a diferentes

características e propriedades que variam no espaço e no tempo” (CÂMARA, 1996, p. 27). Um fenômeno geográfico pode ser analisado de forma e precisão diferentes dependendo do objetivo da aplicação. Assim um mesmo conjunto de dados armazenados poderá ter tratamentos distintos.

Maguire, Goodchild e Rhind (1993 apud CÂMARA, 1996, p. 27) classificam os GIS em aplicações sócio-econômicas, ambientais e de gerenciamento.

As aplicações sócio-econômicas podem ser voltadas tanto ao planejamento quanto à avaliação das mudanças em uma região, os dados utilizados são freqüentemente obtidos através de coletas censitárias, mapas urbanos e fotografias aéreas. Para este tipo de aplicação enquadram-se sistema de informação sobre uso de terra e mapeamento automático ou gerencia de facilidades. Alguns exemplos destes sistemas são o acompanhamento e inventário de cadastros imobiliários rurais ou urbanos, estudos de marketing e alocação de recursos em geral para manutenção da infra-estrutura.

Aplicações ambientais são fenômenos hidrográficos, biológicos e ecológicos. Esta classe de aplicação pode ter abrangência em uma escala global, continental, regional ou até mesmo local. Os dados principalmente são obtidos por sensoriamento remoto, como fotos de satélite. Estes dados estão relacionados a problemas de menor escala, com relação à classe sócio-econômica.

E, por fim, as aplicações de gerenciamento auxiliam na definição de novas políticas de planejamento de tráfego urbano, controle de obras públicas e planejamento da defesa civil.

2.4 FORMAS PARA INTEGRAÇÃO AO GIS

Atualmente pode-se utilizar várias formas de utilização de GIS, umas delas é a utilização de componentes activeX em ambientes de programação.

Estes componentes são disponibilizados comercialmente, gratuitamente ou alguns até com seu código aberto. A Environmental Systems Research Institute (ESRI) é um das empresas que disponibilizam comercialmente várias ferramentas. Em contra partida, existem os gratuitos e os de código aberto que são frutos de projetos. Alguns destes projetos como o SPRING do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o MapWinGIS financiado pela universidade do estado de Idaho nos Estados Unidos.

2.5 TRABALHOS CORRELATOS

Algumas ferramentas desempenham papel semelhante ao proposto no trabalho, cada qual com suas peculiaridades. Dentre as ferramentas estudadas, foram selecionadas: MapWinGIS (AMES, 2008) e a ferramenta desenvolvida por Rampeloti (2002).

O MapWinGIS surgiu para Ames (2006, p. 5) em seu projeto de doutorado quando o software de GIS utilizado, apesar de ser robusto, encontrava deficiências específicas para o seu projeto e ainda o mais importante possuía uma licença de utilização. Assim a primeira versão do MapWinGIS foi lançada em 2002 sendo disponibilizado de forma gratuita. E foi no início de 2004 que a universidade de Idaho obteve conhecimento, onde tornou o código do MapWinGIS público. Em 2005, quando criado o web site mapwindow.org, que foi disponibilizado um repositório, mecanismos de distribuição do seu código fonte, documentação, exemplos de utilização como também um fórum de discussão.

O MapWinGIS é um componente activeX que pode ser utilizado para programar funcionalidades personalizadas de mapeamento diretamente em seu próprio software. As características deste componente são:

- a) código aberto (*open-source*⁴);
- b) utiliza *shapefile*⁵, banco de dados e seus índices;
- c) várias funções para edição (*zoom*⁶, *pan*⁷, entre outras).

Ames (2006, p. 14) descreve que o componente pode ser utilizado em vários ambientes de programação como o Visual Basic, Borland Delphi, Microsoft Access ou outras linguagens que suportam activeX. Para utilização do componente deve-se previamente instalar e registrar a classe MapWinGIS em seu sistema operacional. Após a instalação do MapWinGIS, no ambiente de programação existirá um componente visual onde são efetuadas todas as manipulações necessárias.

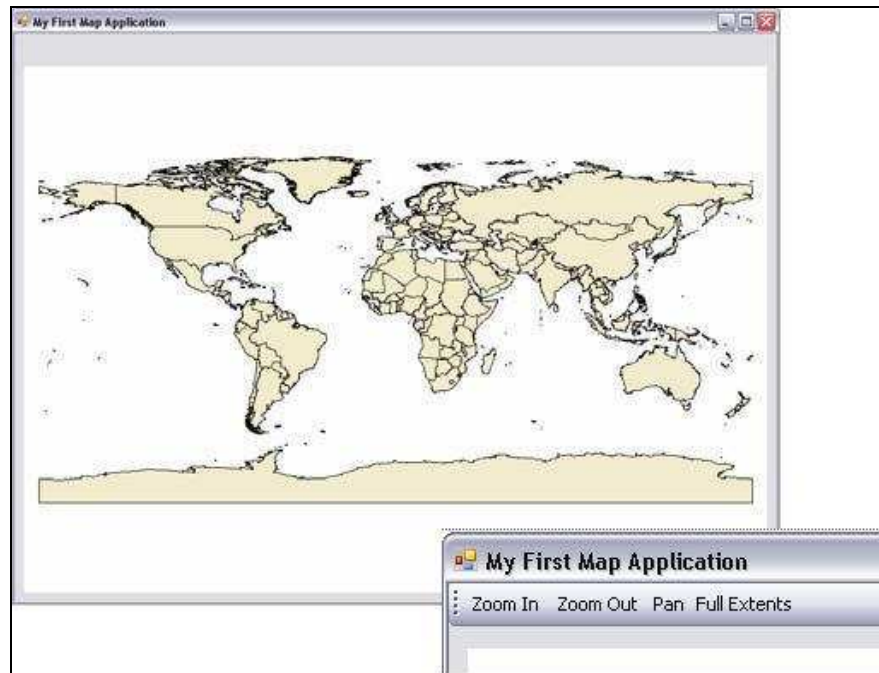
A Figura 8 mostra uma tela contendo o mapa do mundo, que foi carregado através de um arquivo *shapefile* e um menu para efetuar manipulações no mapa carregado.

Na Figura 9 é apresentado pontos no mapa com suas respectivas descrições.

⁴ Software de distribuição livre e do seu código fonte.

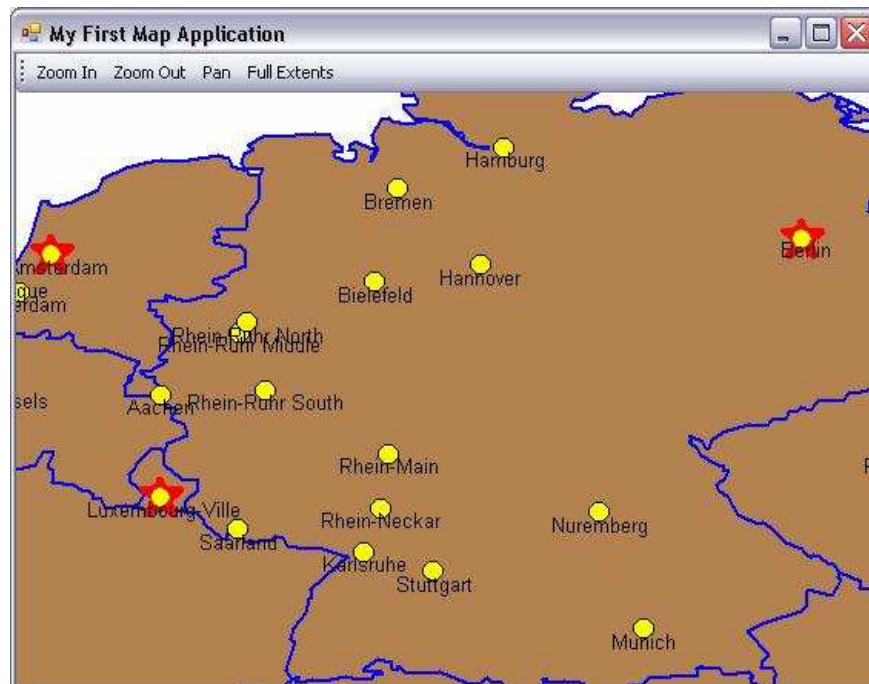
⁵ Arquivo vetorial que os GIS utilizam para demonstrar o mapa. Juntamente com este arquivo existem outros dois, um com extensão .dbf que contém as informações de todos os vetores do *shapefile* em forma de banco de dados e outro com extensão .shx responsável pelo vínculo entre o .shp e o .dbf.

⁶ Processo de expansão da imagem na tela.



Fonte: adaptado de Ames (2006, p. 20).

Figura 8 - Mapa e menu do MapWinGIS



Fonte: Ames (2006, p. 38).

Figura 9 - Pontos com suas descrições

A Figura 10 ilustra as informações contidas no arquivo (`world_adm0.dbf`) de um *shapefile* chamado `world_adm0.shp` (MARCHIONNI, 2008, p. 59). Este arquivo possui na forma de banco de dados as referências das regiões como: nome da cidade, nome do estado e quantidade da área.

⁷ Recurso de deslocar (arrastar) a imagem na tela.

Attribute Table Editor

Edit View Selection Tools

0 of 209 Selected

C:\Program Files\MapWindow\Sample Projects\World\Shapefiles\world_admin0.shp

SHAPE_ID	Area	NAME	GML_CNTRY	REGION
0	64196394.37	Afghanistan	AFG	Asia
1	2875575.842	Albania	ALB	Europe
2	231824021.5	Algeria	DZA	NorthAfrica
3	47025.12618	Andorra	AND	Europe
4	124785141.3	Angola	AGO	Sub Saharan
5	1394639110.	Antarctica	ATA	Antarctica
6	46129.08788	Antigua and	ATG	Caribbean
7	278190081.8	Argentina	ARG	Latin America
8	2988994.987	Armenia	ARM	Asia
9	768586405.2	Australia	AUS	Australia
10	8419486.833	Austria	AUT	Europe
11	8579333.067	Azerbaijan	AZE	Asia
12	950561.4547	Bahamas, Th	BHS	Caribbean
13	50837.21772	Bahrain	BHR	Asia
14	13617787.07	Bangladesh	BGD	Asia
15	43964.76807	Barbados	BRB	Caribbean

Apply Close

Fonte: Marchionni (2008, p. 59).

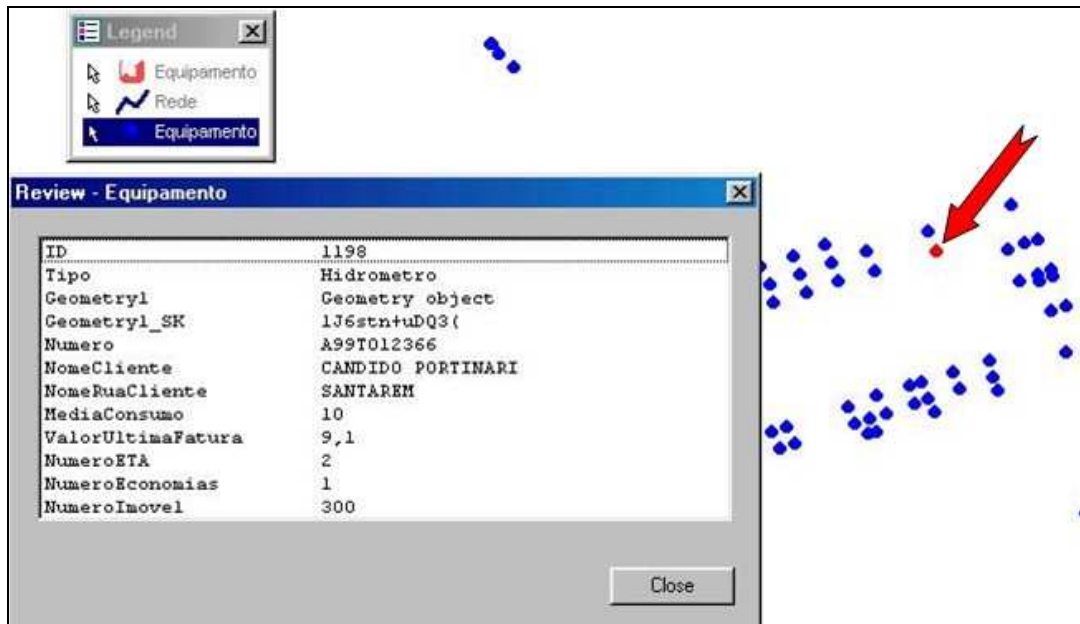
Figura 10 - Banco de dados de um *shapefile*

O outro trabalho correlato foi desenvolvido por Rampeloti (2002) e consiste numa ferramenta que auxilie os usuários de soluções GIS, mais especificamente na seleção de mapas a serem exibidos por uma empresa de saneamento, utilizando o software GIS *GeoMedia Professional* da empresa Integraph, dentro seu código livre.

As características deste trabalho são:

- disponibilizar uma funcionalidade de fácil entendimento e assim, multiplicada para outras área de interesse da empresa;
- customizar uma interface que permita utilizar as imagens mantidas pela ferramenta *GeoMedia Professional*, permitindo definir claramente junto aos usuários diretos, apenas as funções que lhe sejam interessantes, através do menu de opções;
- otimizar a forma de criação de ordens de serviço, de modo que a região que esta na ordem de serviço seja apresentada ao usuário.

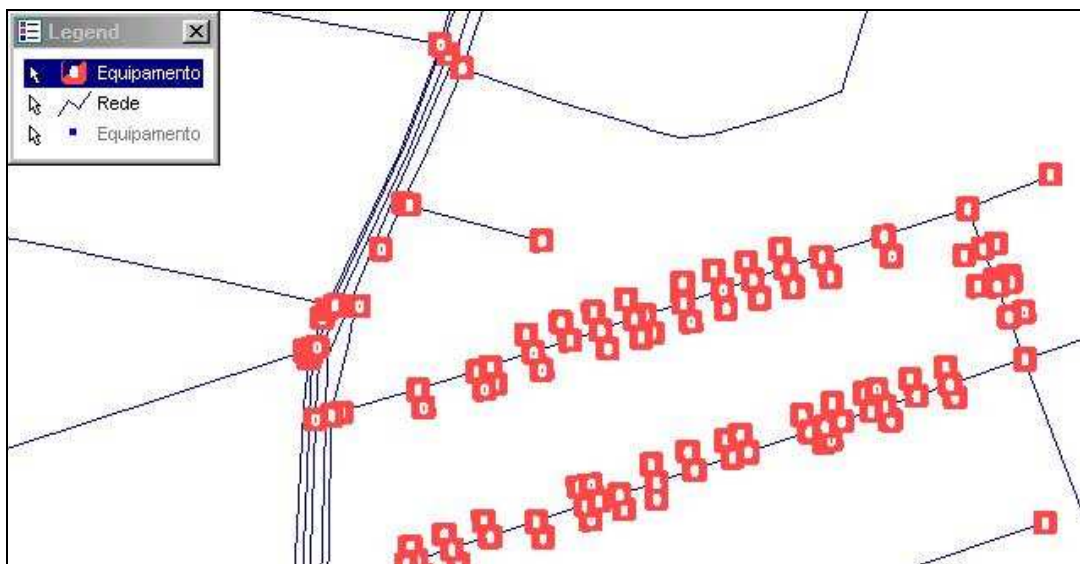
Na Figura 11 são mostradas informações sobre um elemento do tipo "Equipamento", selecionado diretamente sobre o mapa. Pode-se ver que o elemento selecionado foi destacado dos demais através de uma seta.



Fonte: Rampeloti (2002, p. 44).

Figura 11 - Função mostrar informações da entidade equipamentos

A Figura 12 mostra o resultado de uma pesquisa executada seguindo os relacionamentos espaciais apresentados no menu de opções da ferramenta. As entidades selecionadas pela busca estão em destaque (quadrados, escolhidos no momento da formatação da legenda), mostrando-se quais elementos atenderam aos critérios definidos na busca.



Fonte: Rampeloti (2002, p. 47).

Figura 12 – Função mostrar equipamentos e informações do SGBD

3 DESENVOLVIMENTO DA FUNCIONALIDADE

Neste capítulo são apresentados os requisitos, a especificação e a implementação da funcionalidade. Também são mostrados o modelo de caso de uso, o diagrama de atividades e o diagrama de classe.

3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Abaixo estão apresentados os principais Requisitos Funcionais (RF) e Requisitos Não-Funcionais (RNF) da nova funcionalidade:

- a) disponibilizar uma interface utilizando o componente do GIS para permitir a visualização do mapa (RF);
- b) permitir transpor a pesquisa efetuada no SIG da empresa para a interface do GIS (RF);
- c) permitir a interface efetuar manipulações no mapa (*zoom, pan, zoom extends*⁸, *cores, pontos, labels*) (RF);
- d) disponibilizar opção para salvar em arquivo o mapa gerado através da consulta (RF);
- e) utilizar o componente MapWinGIS de código livre para efetuar manipulações com mapas (RNF);
- f) ser implementado utilizando o ambiente Delphi 7.0 (RNF);
- g) ser compatível com o sistema operacional Windows 98, 2000, XP e Vista (RNF).

3.2 ESPECIFICAÇÃO

Para a especificação da nova funcionalidade, foram feitos os diagramas pertencentes à modelagem *Unified Modeling Language* (UML), tendo como ferramenta de auxílio à

⁸ Processo de ajuste da imagem para a escala da tela.

aplicação Enterprise Architect. Apresenta-se nesta seção o modelo de casos de uso, o diagrama de atividades e o diagrama de classes.

3.2.1 Modelo de caso de uso

No Quadro 1 é apresentado o único caso de uso da funcionalidade.

UC01 – Visualizar no mapa a consulta do SIG
<p>Sumário: O usuário deseja que a consulta de vendas por níveis do SIG seja visualizada no mapa de Blumenau.</p> <p>Ator primário: Usuário.</p> <p>Pré-condição: Tela para consulta de vendas esteja aberta no SIG</p> <p>Fluxo principal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário efetua a pesquisa das vendas por níveis. 2. O usuário seleciona o dado da consulta que pretende visualizar no mapa. 3. A nova funcionalidade efetua a pesquisa através do dado selecionado, buscando os logradouros dos clientes que efetuaram a compra. 4. A nova funcionalidade apresenta a interface com o mapa gerado através da pesquisa, juntamente com os logradouros dos clientes que estão destacados no mapa. <p>Fluxo alternativo: Alteração dos dados visualizados no mapa.</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Depois do passo 4 há possibilidade de alterar a visualização dos dados no mapa, filtrando por bairros encontrados na pesquisa efetuada no passo 3. <p>Pós-condição: Mapa da consulta exibido com sucesso.</p>

Quadro 1 – Descrição do caso de uso visualizar no mapa a consulta do SIG

3.2.2 Modelo de atividades

O diagrama de atividades da funcionalidade é demonstrado na Figura 13.

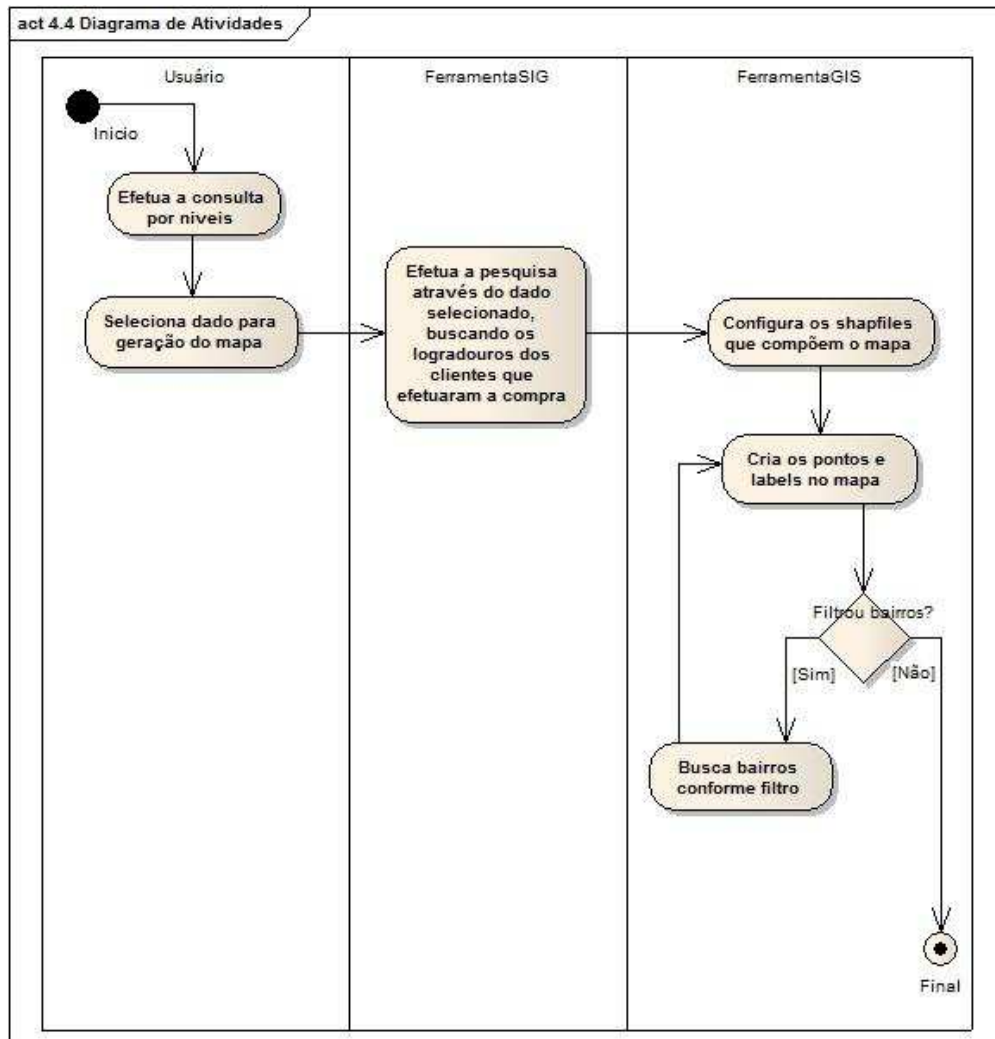


Figura 13 - Diagrama de atividades da funcionalidade

Primeiramente, o usuário deve efetuar a consulta de vendas por níveis e selecionar um dado dentro da consulta para geração do mapa. Após selecionar o dado, a *ferramentaSIG* buscará as informações pertencentes ao dado selecionado, tendo como resultado os logradouros, os CEPs, as quantidades vendidas e quantidade de clientes por logradouro. Depois do levantamento das informações a *ferramentaGIS* fará a configuração das cores e do mapa da região de Blumenau. Feito está configuração, a *ferramentaGIS* iniciará o processo de transpor as informações encontradas pela *ferramentaSIG* para o mapa, destacando-as com pontos, labels e cores. Em seguida o mapa é apresentado ao usuário disponibilizando ferramentas de manipulação como: aumentar e diminuir o mapa, movimentação do mapa, encontrar o logradouro no mapa e também a possibilidade de filtrar os logradouros por bairros, fazendo com que a *ferramentaGIS* efetue o processo de transpor as informações novamente ao mapa.

3.2.3 Diagrama de classes

A Figura 14 apresenta o diagrama com as classes envolvidas responsáveis por gerar o mapa. Essas classes têm a responsabilidade de manter as informações sobre os *shapefiles*, para que sejam utilizadas no decorrer na nova funcionalidade.

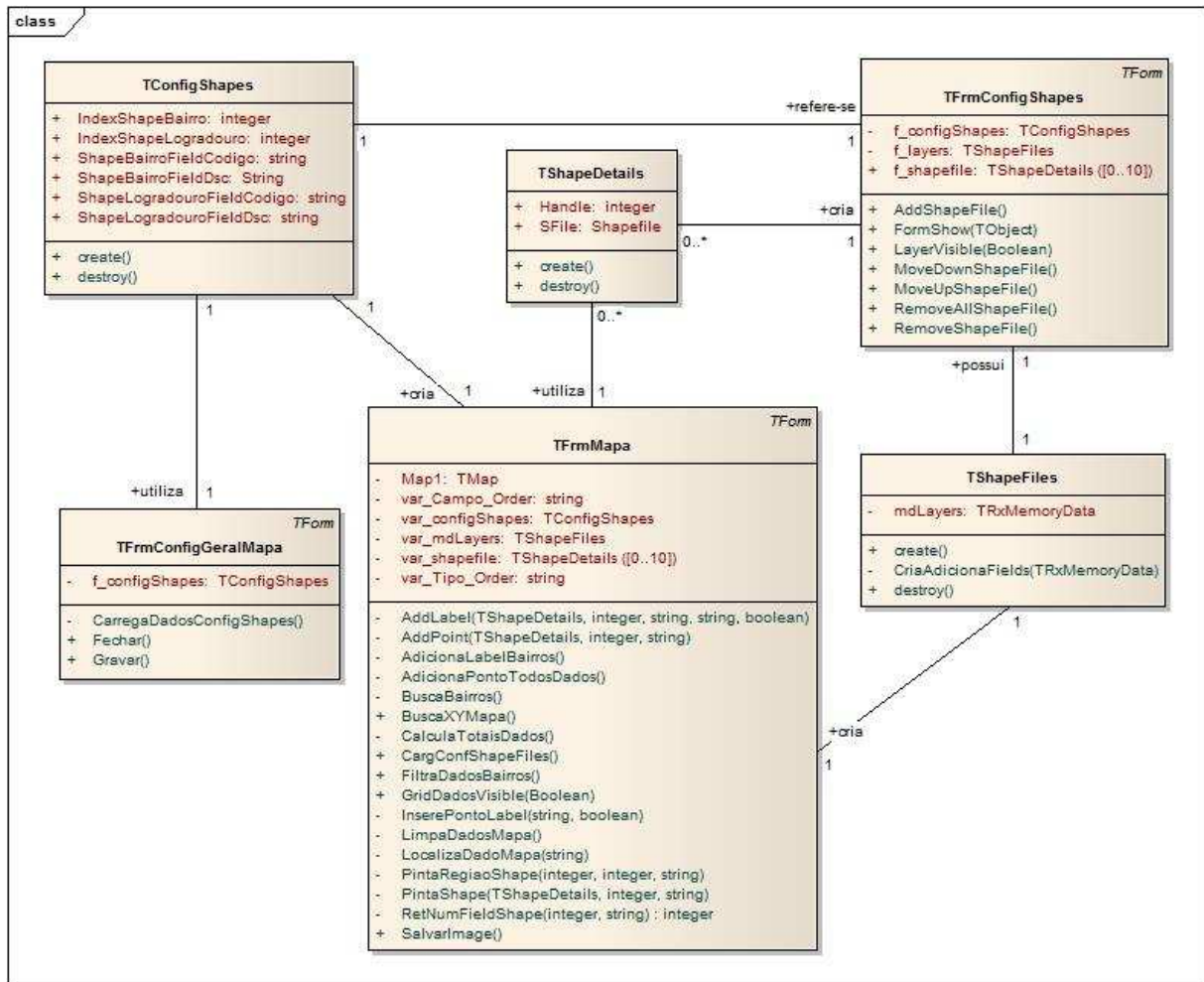


Figura 14 – Diagrama de classe da funcionalidade

3.3 IMPLEMENTAÇÃO

A seguir são mostradas as técnicas e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento da nova funcionalidade, a implementação da funcionalidade e a operacionalidade da implementação.

3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas

A nova funcionalidade foi implementada na linguagem de programação Object Pascal utilizando o ambiente de desenvolvimento Borland Delphi 7.0. Para a geração do Modelo Entidade-Relacionamento (MER) foi utilizado o software CASE Studio 2.23. Para manipulação e visualização de mapas foi utilizado o componente MapWinGIS.

3.3.2 Implementação da funcionalidade

Antes de iniciar a descrição da implementação propriamente dita, para exibição do mapa primeiramente é necessário carregar e configurar os arquivos *shapefiles*. Os *shapefiles* utilizados foram disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Blumenau especialmente para este trabalho. Os arquivos utilizados foram quatro. O primeiro chamado de LIMITE_MUNICIPAL.shp responsável pela limitação territorial do município, o segundo responsável pela delimitação dos bairros com o nome BAIROS.shp. O terceiro, de maior importância para este trabalho, chamado de EIXOS_LOGRADOUROS.shp é responsável pela disposição dos logradouros dentro do município e por fim, o quarto arquivo de nome HIDROGRAFIA_PRINCIPAL.shp, responsável pela visualização da parte hidrográfica. As informações contidas nestes arquivos estão representados no MER. Na Figura 15 é possível visualizar a modelagem destas informações.

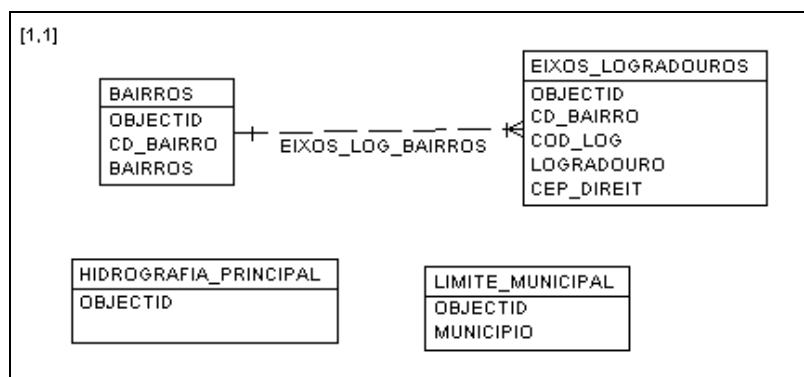


Figura 15 – Modelagem das informações dos *shapefiles*

Após obter os *shapefiles* necessários, inicia-se a implementação da nova funcionalidade. Para que os arquivos sejam visualizados, utiliza-se no ambiente Delphi o componente MapWinGIS, que previamente adicionado na interface, disponibiliza ao programador suas propriedades e procedimentos. Utilizando estas propriedades e

procedimentos, o programador tem a possibilidade de carregar, configurar, visualizar e efetuar manipulações nos *shapefiles*.

No Quadro 2 é apresentado um trecho do código fonte implementado utilizando estas propriedades e procedimentos, responsável por armazenar, carregar e configurar as propriedades do *shapefile*, formando assim um mapa dividido por camadas (*layers*). Como apresentado no Quadro 2, da linha 01 a linha 11 são armazenadas informações pertencente ao *shapefile* que serão utilizadas na funcionalidade, na linha 12 o procedimento invocado `LockWindow`, efetua o bloqueio e desbloqueio da utilização visual do MapWinGIS. Da linha 13 a linha 19 representa a criação de um *shapefile* utilizando o procedimento `CoShapefile.Create`, para adicionar o *shapefile* criado ao MapWinGIS utiliza-se o procedimento `AddLayer`. Por fim, da linha 20 até a linha 30 refere-se às configurações do *shapefile* como cor da fonte e da linha, tamanho da fonte e da linha e estilo da fonte.

Um exemplo utilizando os *shapefiles* e aplicando as propriedades e procedimentos do MapWinGIS, gerou-se um mapa, podendo ser visualizado na Figura 16.

Após ter o mapa formado, o programador pode utilizar também as manipulações disponibilizadas pelo componente como adicionar *labels*, adicionar pontos, localizar informações a até salvar o mapa para imagem. Para que um *label*, um ponto ou qualquer outra informação que deseja ser adicionada ou localizada no mapa, necessita-se primeiramente encontrar o local e posição. Para isto percorremos, neste trabalho, todos os logradouros (*shapes*) até encontrar o desejado. Uma vez encontrado o *shape*, pode-se obter o seu local e a sua posição, efetuando assim a manipulação desejada.

```

...
01 with (f_layers.dataset) do
02   begin
03     v_idx_layer := RecordCount;
04     Append;
05     FieldByName('index').AsInteger := v_idx_layer;
06     FieldByName('filename').AsString := Copy(ExtractFileName(OpenDialog1.FileName),
1, Pos('.', ExtractFileName(OpenDialog1.FileName))-1);
07     FieldByName('colorarea').AsString := '';
08     FieldByName('colorline').AsString := '';
09     FieldByName('visible').AsBoolean := True;
10     Post;
11   end;
12 f_mapwindow.LockWindow(lmLock);
13 f_shapefile[v_idx_layer] := TShapeDetails.create;
14 with (f_shapefile[v_idx_layer]) do
15   begin
16     SFile := CoShapefile.Create;
17     SFile.Open(OpenDialog1.FileName, nil);
18     Handle := f_mapwindow.AddLayer(f_shapefile[v_idx_layer].SFile, True);
19   end;
20 f_mapwindow.LayerFont(f_shapefile[v_idx_layer].Handle, 'Times New Roman', 8);
21 f_mapwindow.LayerLabelsScale[f_shapefile[v_idx_layer].Handle] := False;
22 f_mapwindow.LayerLabelsOffset[f_shapefile[v_idx_layer].Handle] := 8;
23 f_mapwindow.LayerLabelsShadow[f_shapefile[v_idx_layer].Handle] := False;
24 f_mapwindow.LayerLabelsVisible[f_shapefile[v_idx_layer].Handle] := True;
25 f_mapwindow.UseLabelCollision[f_shapefile[v_idx_layer].Handle] := True;
26 f_mapwindow.ShapeLayerLineWidth[f_shapefile[v_idx_layer].Handle] := 1.0;
27 f_mapwindow.MoveLayerTop(f_shapefile[v_idx_layer].Handle);
28 f_mapwindow.LockWindow(lmUnlock);
29 f_mapwindow.Refresh;
30 f_mapwindow.Update;
...

```

Quadro 2 – Parte do código responsável por guardar informações e criação do *shapefile*

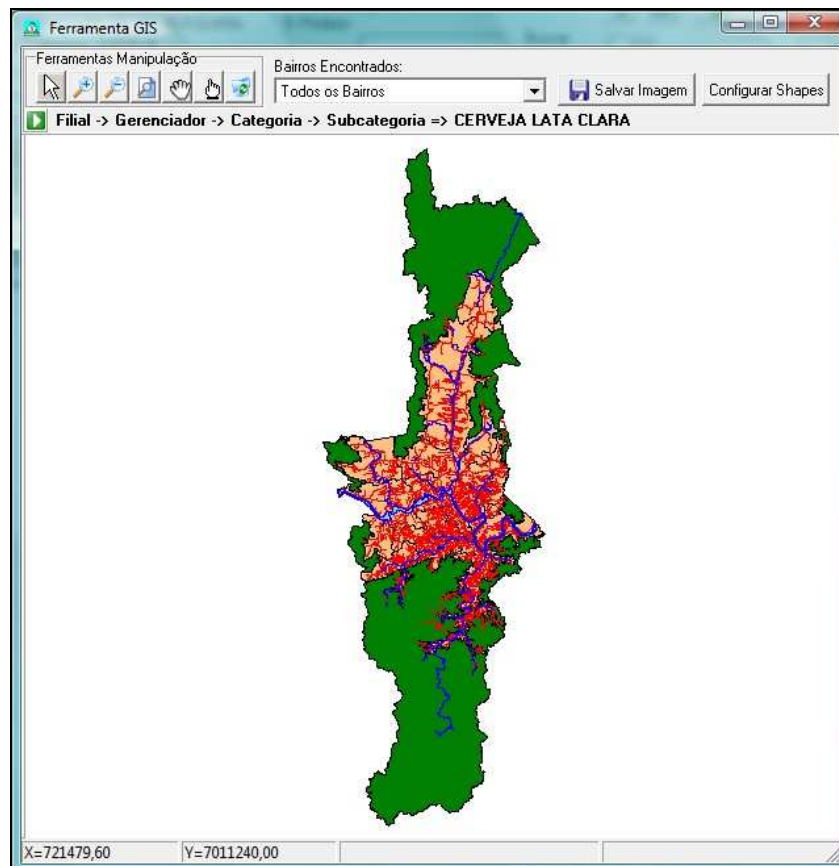


Figura 16 – Mapa carregado e configurado utilizando o MapWinGIS na interface proposta

O Quadro 3 mostra uma parte do código fonte que percorre todos os *shapes* do *shapefile* BAIROS.shp e para cada *shape* encontrado, executa o procedimento

AdicionaLabel, repassando alguns dados como: qual shapefile, qual shape, qual texto e qual cor do texto. O procedimento AdicionaLabel, através dos dados passados faz a busca de qual posição do mapa o label será adicionado, invocando assim o procedimento AddLabelEx do MapWinGIS. No Quadro 4 é apresentado o procedimento AdicionaLabel. Já no Quadro 5 é mostrado como se cria um ponto no mapa.

```

...
v_shapefile := var_shapefile[var_configShapes.IndexShapeBairro].SFile;
for v_IdShape := 1 to v_shapefile.NumShapes - 1 do
begin
  v_field_num := RetNumFieldShape(var_configShapes.IndexShapeBairro,
var_configShapes.ShapeBairroFieldDsc);
  v_str_regiao := v_shapefile.CellValue[v_field_num, v_IdShape];
  if (v_str_regiao <> '') then
    AdicionaLabel(var_shapefile[var_configShapes.IndexShapeBairro], v_IdShape,
v_str_regiao, 'clblack', False);
  end;
end;
...

```

Quadro 3 – Parte do código fonte que percorre todos os *shapes* do shapefile para adicionar *labels*

```

...
if (p_rotacionar) then
begin
  //Guardo números de pontos que o shape possui
  v_numPoints := p_shape.SFile.numPoints[p_id];
  //Encontra a posição x,y do primeiro ponto shape
  xMax := p_shape.SFile.Shape[p_id].Point[0].x;
  yMax := p_shape.SFile.Shape[p_id].Point[0].y;
  //Encontra a posição x,y do ultimo ponto do shape
  xMin := p_shape.SFile.Shape[p_id].Point[v_numPoints-1].x;
  yMin := p_shape.SFile.Shape[p_id].Point[v_numPoints-1].y;
  //Encontra a posição x,y do ponto central do shape
  v_xCenter := p_shape.SFile.Shape[p_id].Point[v_numPoints div 2].x;
  v_yCenter := p_shape.SFile.Shape[p_id].Point[v_numPoints div 2].y;
  //Achando a tangente
  v_rotation := (yMax-yMin)/(xMax-xMin);
  //Convertendo para angulo
  v_rotation := Tan(v_rotation);
  v_rotation := (v_rotation * 180) / PI;
end
else
begin
  xMax := p_shape.SFile.QuickExtents(p_id).xMax;
  xMin := p_shape.SFile.QuickExtents(p_id).xMin;
  yMax := p_shape.SFile.QuickExtents(p_id).yMax;
  yMin := p_shape.SFile.QuickExtents(p_id).yMin;
  v_rotation := 0;
  v_xCenter := (xMax + xMin) / 2;
  v_yCenter := (yMax + yMin) / 2;
end;
Map1.AddLabelEx(p_shape.Handle, p_str, StringToColor(p_color), v_xCenter,
v_yCenter, hjCenter, v_rotation);
...

```

Quadro 4 – Parte do código fonte do procedimento AdicionaLabel

```

...
//Seta para usar as coordenadas do mapa e não da tela
hDraw := Map1.NewDrawing(dlSpatiallyReferencedList);
//Busca a posição no meio do shape
xCenter := p_shape.SFile.Shape[p_id].Point[p_shape.SFile.numPoints[p_id] div 2].x;
yCenter := p_shape.SFile.Shape[p_id].Point[p_shape.SFile.numPoints[p_id] div 2].y;
//Cria o ponto no meio do shape
Map1.DrawCircle(xCenter, yCenter, 4, StringToColor(p_color), True);
...

```

Quadro 5 – Parte do código fonte responsável de criar um ponto no mapa

A tarefa de localizar um dado no mapa requer um tempo maior de processamento, pelo motivo de um dado ser ou não composto por várias partes (*shapes*). Assim, para cada *shape*

correspondente ao dado procurado, é pesquisado e verificado a sua posição x, y, armazenando somente o maior e menor x, y de todos os *shape* (bounding box). As posições armazenadas serão utilizadas para definir a área que será visualizada do mapa. No Quadro 6 é apresentado o código da parte principal do procedimento para pesquisar no mapa a localização de um determinado logradouro. Já no Quadro 7 é mostrado como salvar o mapa para uma imagem.

```

...
v_shapefile := var_shapefile[var_configShapes.IndexShapeLogradouro].SFile;
for v_IdShape := 1 to v_shapefile.NumShapes - 1 do
begin
  v_field_num := RetNumFieldShape(var_configShapes.IndexShapeLogradouro,
var_configShapes.ShapeLogradouroFieldCodigo);
  v_str_regiao := v_shapefile.CellValue[v_field_num, v_IdShape];
  if (v_str_regiao <> '') and (p_valor_procurado = v_str_regiao) then
  begin
    v_extends := v_shapefile.QuickExtents(v_IdShape);
    if (xMin = 0) and (xMax = 0) and (yMin = 0) and (yMax = 0) then
    begin
      v_extends.GetBounds(xMin, yMin, zMin, xMax, yMax, zMax);
    end
    else
    begin
      if (v_extends.xMin < xMin) then
        xMin := v_extends.xMin;
      if (v_extends.xMax > xMax) then
        xMax := v_extends.xMax;
      if (v_extends.yMin < yMin) then
        yMin := v_extends.yMin;
      if (v_extends.yMax > yMax) then
        yMax := v_extends.yMax;
      end;
    end;
  end;
v_extends.SetBounds(xMin - const_tolerancia, yMin - const_tolerancia, 0,
xMax + const_tolerancia, yMax + const_tolerancia, 0);
Map1.Extents := v_extends;
...

```

Quadro 6 – Parte principal da função de localização de um logradouro

```

...
v_image := IImage(map1.SnapShot(Map1.Extents));

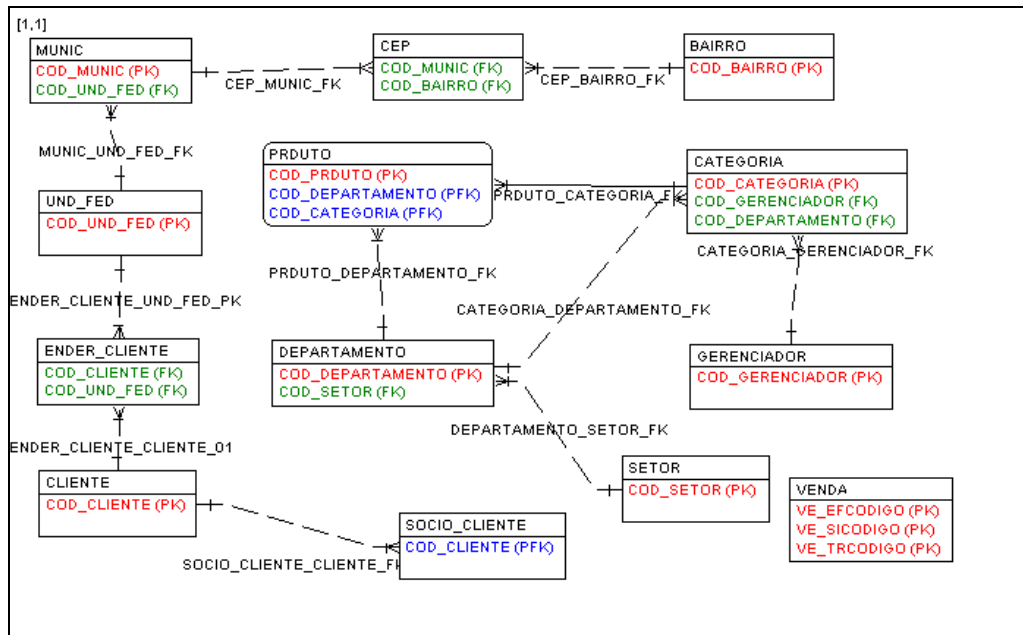
if (SaveDialog1.FilterIndex = 1) then
  v_image.Save(SaveDialog1.FileName+'.bmp', False, MapWinGIS_TLB.BITMAP_FILE, v_cal)
else
  v_image.Save(SaveDialog1.FileName+'.jpg', False, MapWinGIS_TLB.JPEG_FILE, v_cal);
...

```

Quadro 7 – Parte do código fonte que salvar o mapa para imagem

3.3.3 Operacionalidade da implementação

Para o desenvolvimento da funcionalidade foi utilizado o software SIG, disponibilizado pela cooperativa de consumo e parte dos seus dados. A Figura 17 apresenta o MER das principais tabelas disponibilizadas para o uso do SIG.



Fonte: adaptado da cooperativa de consumo (2009).

Figura 17 – Modelagem das tabelas disponibilizadas do SIG

Para utilizar a nova funcionalidade, inicialmente é necessário efetuar a pesquisa através da tela consulta de vendas por níveis, que é demonstrado na Figura 18. Após efetuar a pesquisa, o usuário clica no botão (1) gerar mapa fazendo com que a nova funcionalidade exiba uma tela com o mapa já carregado e configurado, transpondo os dados da pesquisa para o mapa, como mostrado na Figura 19.

Consulta Vendas por Níveis

11/JANEIRO/07(QUI)F/G/C/A 1- Filial
 2- Gerenciador
 3- Categoria
 4- Subcategoria
 5- Produto

Ordem: Vlr. Vendido Pesquisar: Buscar somente os 500 prim

(1) Gerar Mapa

Num	DSC	Vlr Vendido	% Vlr ...	Qtd Vendida	% Qtd...	Sobra Bruta	% Sobra Bruta	Sobra Ajust.
1	INDAIAL	123.348,34	24,66	65.896,867	23,82	21.624,28	16,72	21.366,49
2	MAFISA	123.231,32	23,50	63.074,045	22,80	20.187,75	16,38	20.554,94
3	AGUA VERDE	84.129,01	16,04	44.866,024	16,22	13.151,77	15,63	12.659,18
4	GARCIA	79.003,76	15,06	44.363,655	16,04	12.303,13	15,57	12.113,03
5	DMINO	51.572,47	9,83	28.140,773	10,17	8.055,38	15,62	8.066,14
6	RODEIO	35.353,33	6,74	18.176,904	6,57	5.573,77	15,77	5.547,00
7	IBIRAMA	21.845,05	4,17	12.124,949	4,38	3.139,08	14,37	3.140,19

Vlr Vendido	Qtd Vendida	Vlr Impostos	Vlr Sobra Bruta	%	Vlr Sobra Ajust.	%	Vlr Custo Médio
524.483,88	276.643,220	111.913,51	84.035,17	16,02	83.446,97	15,91	328.535,20

Fonte: adaptado da cooperativa de consumo (2009).

Figura 18 – Consulta vendas por níveis

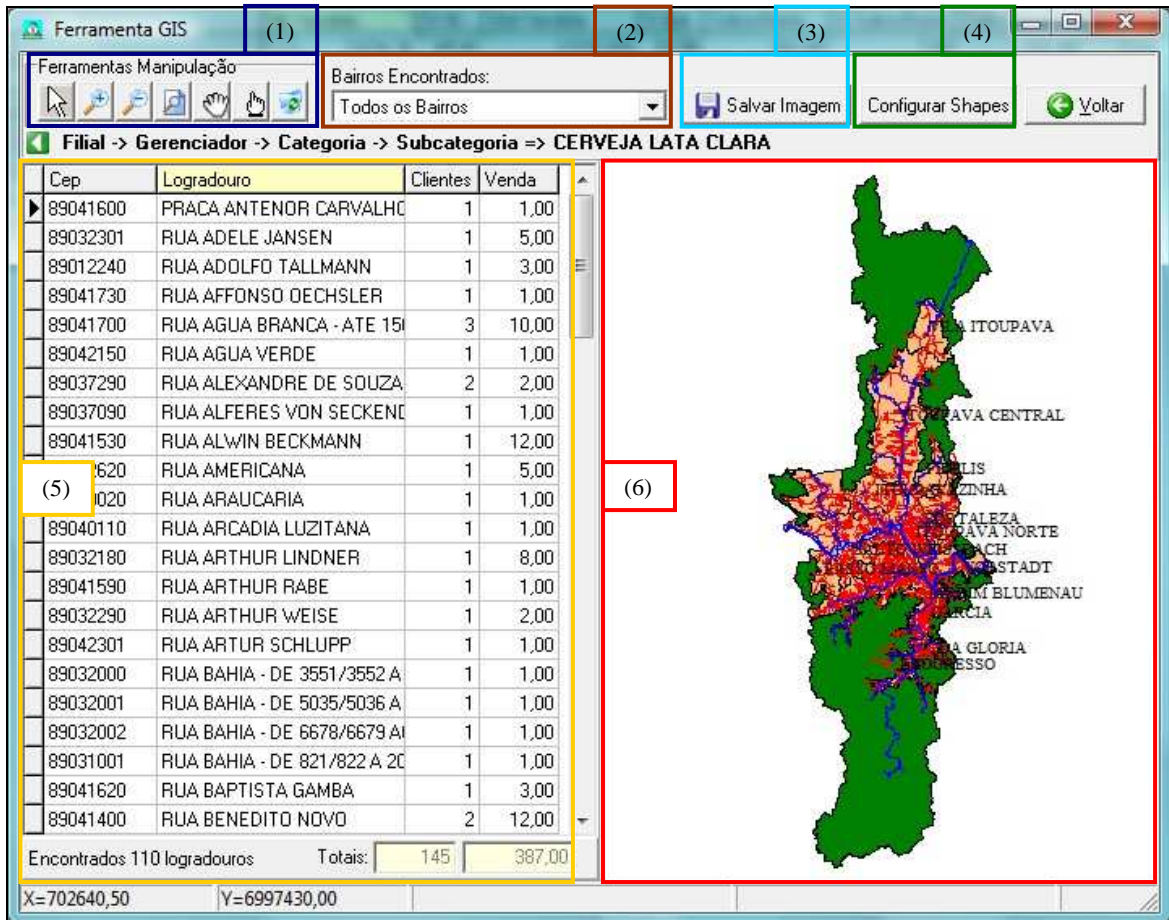


Figura 19 – Tela da nova funcionalidade proposta

Conforme mostra a Figura 19, a tela é dividida em partes para facilitar o usuário, tendo a possibilidade de manipular o mapa através das ferramentas disponíveis (1), filtrar por bairros (2) as informações de CEP, logradouros, quantidade de clientes (5), visualizando o mapa gerado (6). É possível também salvar o mapa gerado para imagem (3) e disponibilizado a configuração do mapa (4) caso o usuário venha a necessitar.

Dentre as ferramentas disponíveis nesta funcionalidade (1) estão o *zoom* e o *pan* como também a opção de localizar os logradouros no mapa. Esta localização é feita clicando duas vezes sobre o logradouro desejado (5), fazendo com que o mapa seja alterado para a posição do logradouro procurado. O resultado da execução das ferramentas *zoom*, *pan* e localização de logradouros são apresentadas na Figura 20.

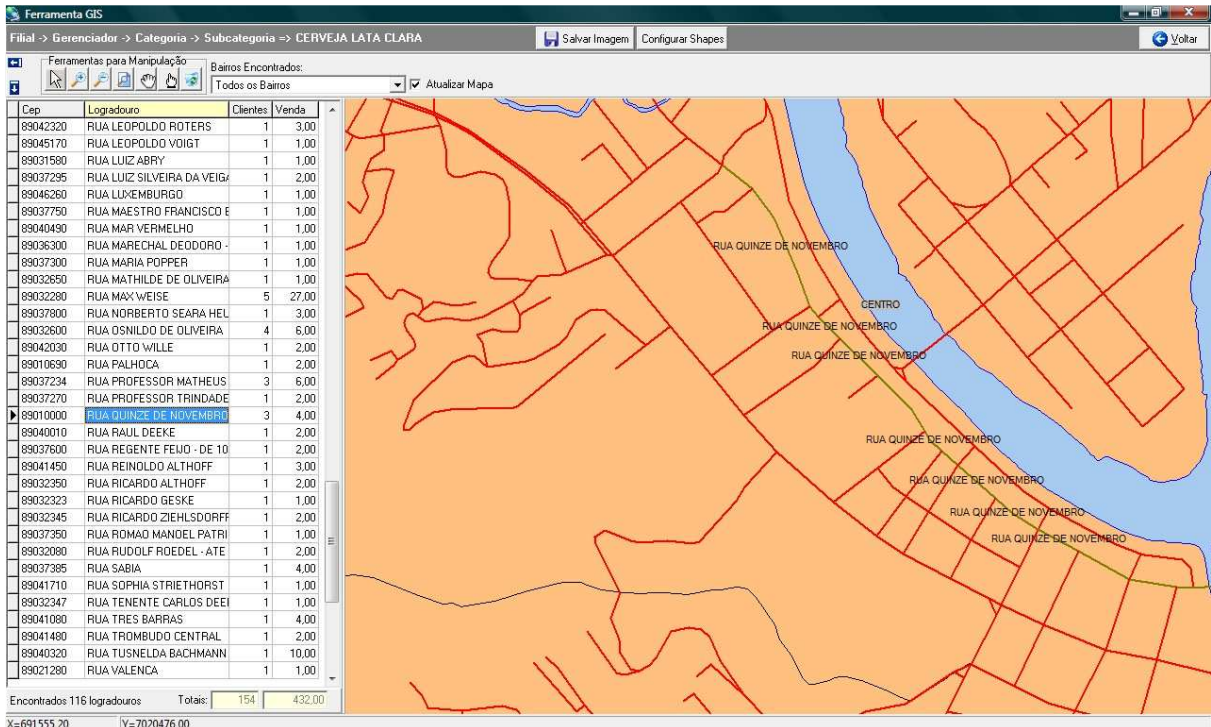


Figura 20 – Tela do resultado da execução das ferramentas

Na Figura 20 é visualizado o resultado da localização do logradouro RUA QUINZE DE NOVENBRO e em seguida executado as ferramentas *zoom* e *pan*.

Para efetuar a configuração do mapa, o usuário deverá clicar no botão (4) Configurar Shapes, para que a nova funcionalidade disponibilize uma interface para visualização de todos os *shapefiles* que compõem o mapa, disponibilizando opções para carregar e excluir *shapefiles* como definir em que camada um determinado *layer* estará em relação aos outros. A interface de configuração dos *layers* é apresentada na Figura 21.



Figura 21 – Tela de configuração dos *layers*

A Figura 21 também possui opção para configuração individual de cada *layer* apresentada na Figura 22 e para configuração geral do mapa sendo apresentada na Figura 23.

Clicando no botão *layer* será apresentada uma tela contendo as propriedades do *layer* selecionado, possibilitando a alteração da cor e espessura da linha, cor de preenchimento e se

o *layer* estará sendo visualizado no mapa. A tela responsável pelas propriedades do *layer* é apresentada na Figura 22.



Figura 22 – Tela contendo as propriedades do *layer*

Ainda na Figura 21, clicando no botão *Config. Geral* será apresentada a tela de configuração geral do mapa, responsável pela identificação do *layer* que representa os bairros e os logradouros como também a cor do logradouro encontrado na pesquisa efetuada no SIG. A tela de configuração geral do mapa é apresentada na Figura 23.

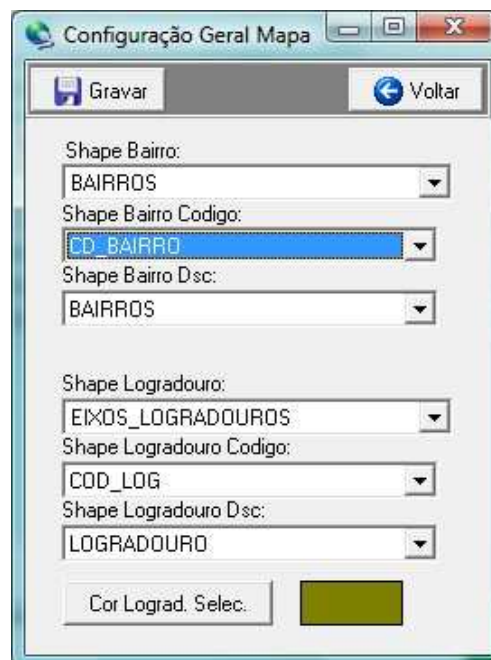


Figura 23 – Tela de configurações gerais do mapa

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar do êxito na visualização dos dados no mapa, uma das dificuldades encontradas foi conseguir arquivos no formato *shapefile*. Através da Prefeitura Municipal de Blumenau obtivemos estes arquivos que foram imprescindíveis para a conclusão deste trabalho. Outra dificuldade encontrada foi fazer com que os *shapefiles* disponibilizados pudessem ser interligados ao SIG. Alguns destes dados que são referenciais são os ceps e os logradouros, mas que não estavam totalmente atualizados tanto da parte SIG quanto da GIS (*shapefiles*), fazendo com que os dados de ambas as partes precisassem ser manualmente corrigidos para que houvesse compatibilidade entre eles.

Em relação aos trabalhos correlatos, observa-se que suas características possuem semelhanças com da funcionalidade desenvolvida neste trabalho. A relação da funcionalidade do presente trabalho ao do componente MapWinGIS, é a sua utilização para o desenvolvimento de uma interface GIS, disponibilizando a visualização e configuração de mapas. Em relação à ferramenta de Rampeloti (2002), a semelhança está na criação de uma interface GIS. A ferramenta de Rampeloti tem por finalidade otimizar a criação das ordens de serviço, já a funcionalidade desenvolvida agilizar as decisões gerenciais da empresa.

Com esta funcionalidade pretende-se auxiliar os gestores da cooperativa a identificar as regiões que estão com o índice de venda abaixo do esperado como também identificar os clientes que percorrem um maior trecho para efetuarem suas compras numa filial. Além de melhorar a distribuição geográfica das filiais, outro objetivo é melhorar as estratégias de marketing e a distribuição das panfletagens nestes lugares de pouca venda.

No Quadro 8 é apresentada uma comparação entre alguns softwares GIS disponíveis no mercado. Dentre os softwares apresentados, estão os que foram citados neste trabalho.

Comparação entre os softwares GIS				
	Grátis	Código livre	Windows	Web
ESRI	Visualização	Não	Sim	Sim
Intergraph (GeoMedia)	Não	Não	Sim	Sim
MapWindow (MapWinGIS)	Sim	Sim	Sim (activeX)	Não
SPRING	Sim	Não	Sim	Sim
TerraLib, TerraView	Sim	Sim	Sim	Não
gvSIG	Sim	Sim	Java	Não
MapInfo	Visualização	Não	Sim	Sim

Quadro 8 – Quadro de comparação entre os softwares GIS

4 CONCLUSÕES

Os objetivos inicialmente propostos no desenvolvimento deste trabalho foram alcançados, conseguindo transpor os dados visualizados do SIG, gerando na interface GIS, mapas temáticos através dos dados pesquisados.

A fundamentação teórica apresentada buscou contextualizar os conceitos envolvidos na especificação e implementação da nova funcionalidade.

Acredita-se que a utilização da inteligência de negócios nesta funcionalidade venha facilitar os gestores a identificar regiões onde poderia aumentar a participação nas vendas como também cruzando esta informação com as existentes no SIG, possibilitando aprimorar as estratégias de marketing.

Para o desenvolvimento da nova funcionalidade, o componente MapWinGIS definido para carregar, configurar e visualizar mapas, utilizando o ambiente Delphi, mostrou-se estável e utilização intuitiva. A escolha deste componente teve por principio a possibilidade de utilização no ambiente Delphi. Pela utilização livre como também seu código fonte.

Percebe-se também através de pesquisas realizadas que as áreas de GIS e IN estão em grande ascensão, sendo possível aplicar em diversos ramos do mercado, não ficando somente no gerencial, mas em ramos agropecuários, imobiliários, transportes, etc.

4.1 LIMITAÇÕES DA FUNCIONALIDADE

A nova funcionalidade foi testada e validada utilizando o mapa de Blumenau, deixando disponibilidade para funcionar com *shapefiles* de outras localidades, ficando a restrição somente para os dados pertencentes ao SIG.

4.2 EXTENSÕES

Para extensões da nova funcionalidade sugere-se:

- a) implementar o cálculo da distância entre pontos, mostrando a distância da

residência do cliente em relação filial pesquisada, demonstrando o trajeto a percorrer pelos logradouros;

- b) visualização e alteração das informações do SGBD relacional dos *shapefiles*, permitindo interação com o mapa;
- c) estudo para integração do MapWinGIS com outros sistemas utilizando outro ambiente de programação, diferente o Borland Delphi 7.0, como Visual Basic, Java, etc.;

Sugere-se também que sejam aprofundados estudos do componente MapWinGIS para utilização de suas funcionalidades existentes, que neste trabalho não foram utilizados por não fazer parte do escopo do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMES, Daniel P. **Getting started with the MapWinGIS ActiveX Control**. [Idaho?], 2006. Disponível em: <<http://www.mapwindow.org/doc/UsingMapWinGIS.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2008.

_____. **MapWindow GIS open source project**. [Idaho?], 2008. Disponível em: <<http://www.mapwindow.org>>. Acesso em: 3 set. 2008.

BEZERRA, E. **Princípios de análise e projeto de sistemas com UML**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

CÂMARA, Gilberto et al. **Anatomia de sistemas de informação geográfica**. Campinas: UNICAMP, 1996.

CARVALHO, Marília S.; PINA, Maria F.; SANTOS, Simone M. **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia, aplicados à saúde**. Brasília: Organização Panamericana de Saúde, 2000.

COOPERATIVA DE CONSUMO. **Sistema de informações gerenciais**. Versão: 2.7.11.01. [Blumenau], 1998.

DRUCK, Suzana et al. **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

MARCHIONNI, Brian. **Introduction to custom GIS application development for Windows**. [Idaho?], 2008. Disponível em: <http://www.mapwindow.org/download.php?show_details=41>. Acesso em: 12 out. 2008.

OLIVEIRA, Djalma P. R. **Sistemas de informações gerenciais: estratégicas, táticas, operacionais**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

PAREDES, Evaristo A. **Sistema de informação geográfica: princípios e aplicações (geoprocessamento)**. São Paulo: Érica, 1994.

RAMPELOTI, Emerson L. **Implementação de uma ferramenta de interface para um sistema de informações geográficas**. 2002. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau

STAIR, Ralph M. **Princípios de sistemas de informação: uma abordagem gerencial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

TRONTO, Iris F. B.; ARAUJO, Ana C.; SILVA, José D. S.; SANT´ANNA, Nilson. **Business intelligence: inteligência nos negócios**. São Paulo. 2006. Disponível em: <<http://hermes2.dpi.inpe.br:1905/col/lac.inpe.br/worcap/2003/10.31.15.48/doc/ArtigoWorkap3.pdf>>. Acesso em: 15 abril 2009.

WANDERLEY, Ana V. M. Um instrumento de macropolítica de informação. **Concepção de um sistema de inteligência de negócios para gestão de investimentos de engenharia**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 190-199, mai/ago 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-19651999000200011&script=sci_arttext&tlng=in>. Acesso em: 20 abril 2009.