
MODELAGEM DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA SISTEMA URBANO DE TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

PRISCILLA OTONI CORREA¹
CLODOVEU AUGUSTO DAVIS JR.²

¹Geoexplore Consultoria e Serviços Ltda,
Av. Afonso Pena, 3924 sl 206, Cruzeiro, 30130-009, Belo Horizonte, MG
Tel: (31) 2104-2100 – Fax: (31) 2104-2105
priscilla.correa@geoexplore.com.br

²PUCMG – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Rua Walter Ianni, 255, São Gabriel, 31980-110, Belo Horizonte, MG
Tel: (31) 3439-5204 – Fax: (31) 3439-5222
clodoveu@pucminas.br

RESUMO - A necessidade de integração entre informação espacial e alfanumérica em um sistema de gerenciamento para tratamento e distribuição de água é a principal motivação para este trabalho. É proposta uma modelagem do sistema, com suporte tanto a dados espaciais quanto a não-espaciais. Através da análise de um banco de dados já existente, foi executada uma remodelagem usando OMT-G, um modelo de dados baseado em UML e adequado para suportar tanto dados convencionais quanto espaciais. O esquema resultante atende a toda a estrutura informacional necessária para um sistema urbano de tratamento e distribuição de água, e pode ser implementado sobre qualquer sistema de gerenciamento de bancos de dados que possua suporte a dados espaciais. A metodologia OMT-G permite a criação de esquemas complexos para aplicações geográficas, uma vez que integra características espaciais das classes com dados alfanuméricos, e dessa forma permite o desenvolvimento de sistemas de informação corporativos capazes de lidar com dados geográficos e, portanto mais eficientes quanto ao suporte à tomada de decisão que oferecem.

ABSTRACT - The need for integration between alphanumeric and spatial information in a water treatment and distribution management system is the main drive behind this work. A modeling of the system, in which there is support for both spatial and non-spatial data, is proposed. Through the analysis of an existing conventional database, a remodeling has been performed using the OMT-G data model for geographic applications, a UML-based methodology that supports both conventional and spatial information. The proposed model can manage the entire data infrastructure for an urban water treatment and distribution system, and can be implemented on top of any spatially capable database management system. OMT-G allows the creation of complex geographic application schemas, since it integrates spatial characteristics of modeled classes with alphanumeric data, thus allowing the development of spatially-enabled corporate information systems that are more efficient as to the decision-making support they provide.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente tem-se discutido muito a respeito da utilização incorreta da água nas cidades em geral. O desperdício tornou-se um problema discutido mundialmente, uma vez que a escassez desse recurso pode trazer sérios danos à população. Toda forma de minimizar o desperdício deve ser estudada e colocada em prática. Inúmeros são os sistemas desenvolvidos para diagnosticar os problemas de desperdício de água nos centros urbanos, entretanto, poucos são aqueles que conseguem identificar de forma eficiente "onde" se encontra o problema real, ou seja, qual a origem desse

desperdício.

Toda cidade possui um sistema de abastecimento e tratamento que, muitas vezes, distribui incorretamente a água, prejudicando parte da população. Na questão de distribuição urbana é importante conhecer bem a cidade como um todo, suas avenidas, edificações e demais características, para que se possa desenvolver uma rede de distribuição eficaz, que atenda toda a população de maneira homogênea e sem desperdícios.

Neste contexto, a representação geográfica de elementos urbanos e de componentes do sistema de distribuição de água se faz necessária para auxiliar o processo de atendimento aos consumidores e manutenção

da rede, através do gerenciamento tanto das informações alfanuméricas convencionais (por exemplo, dados sobre clientes), quanto das informações espaciais (ou seja, onde este cliente está localizado e como está ligado à rede de distribuição). A integração de dados convencionais e espaciais possibilita uma visão global do sistema, através de um poderoso elemento, a visualização de dados georreferenciados, não dependendo apenas de tabelas e dados estatísticos, que não permitem localizar rapidamente os possíveis problemas.

Portanto, este trabalho apresenta uma proposta de modelagem de dados geográficos para sistema urbano de controle de água, explorando o uso desta tecnologia para otimização de práticas mais eficientes de utilização de água em centros urbanos. São levadas em consideração as necessárias conexões desse sistema geográfico aos sistemas convencionais legados, voltados para a operação cotidiana do relacionamento entre a concessionária e seus clientes.

Este trabalho refere-se a um estudo hipotético e visa apontar as possibilidades de uso da tecnologia na evolução dos sistemas de informação típicos da área de tratamento e distribuição urbana de água. O trabalho se limita à construção de um modelo de dados geográfico conceitual adequado ao tratamento e distribuição urbano de água. Não será apresentada a modelagem física, por limitação de espaço, e nem serão discutidos aspectos de implementação.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

A estruturação de um modelo de dados para sistemas de informação geográfica vem sendo discutido por muitos especialistas. Esta seção apresenta algumas soluções propostas.

Ribeiro [4] apresentou um esquema em GEO-OMT para um sistema de gerenciamento da rede de drenagem pluvial em Belo Horizonte. Primeiramente, foi definida uma modelagem semântica, voltada para o software Microstation, e posteriormente foram definidas categorias principais no banco de dados Oracle. Para representar as entidades foi desenvolvido um dicionário de dados de atributos, objetivando o planejamento das tabelas, feições e categorias a serem utilizadas no projeto.

Carvalho e Gherardi [5] utilizaram como base a técnica OMT-G (Object Modeling Technique for Geographic Applications) [2] para modelagem de uma aplicação ambiental. A modelagem permitiu determinar a alternativa mais adequada para representação de cada dado, de modo a integrá-los sem conflitos e possibilitando prever as dificuldades para a geração de produtos cartográficos e para execução das consultas necessárias.

Cançado [6] propôs uma modelagem de dados para o desenvolvimento de um sistema de detecção de redes atingidas na interrupção do abastecimento de água. O esquema é composto por entidades como nós de rede e suas especializações, pontos de manobras e interrupções além dos logradouros, bairros e localidades atingidos. Apesar de se tratar de uma aplicação implementada em

uma plataforma GIS, denominada ArcInfo, o modelo conceitual foi desenvolvido com base na tradicional técnica de entidade-relacionamento.

3 MODELAGEM OMT-G

Várias técnicas e metodologias para criação de modelo de dados já foram estudadas e implementadas no mercado. Uma dessas técnicas é o OMT-G, criada por Borges em 1997 e posteriormente aperfeiçoada[1,2], para atender às especificidades da modelagem de sistemas de informações geográficas.

Através do modelo OMT-G, as entidades são separadas em classes georreferenciadas e classes convencionais, (Figura 1), a partir das quais pode-se representar os fenômenos de variação contínua chamados "geo-campos" (relevo, tipo de economia) e os fenômenos de variação discreta chamados "geo-objetos" (estradas, postes, lotes) [3].

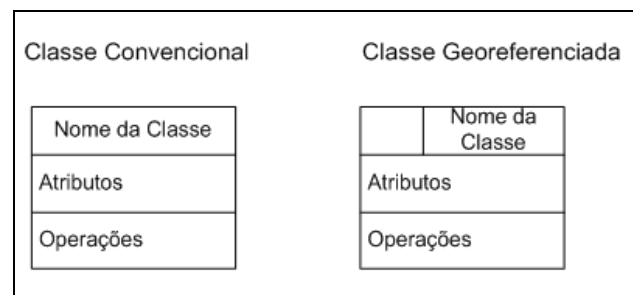


Figura 1: Representação das classes do modelo OMT-G.

Diferentemente das classes convencionais, as classes georeferenciadas possuem no canto superior esquerdo uma área na qual um pictograma representa a natureza gráfica dos dados. Para o caso de geo-campos, esses pictogramas são divididos em cinco tipos: amostragem, subdivisão planar, tesselação, isolinhas e triangulação (Figura 2).

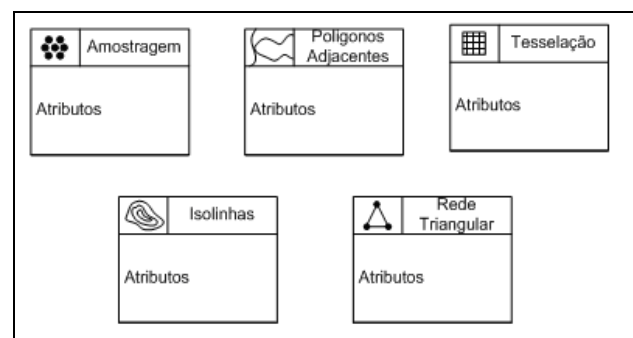


Figura 2: Representação dos tipos de geo-campos

Para os geo-objetos têm-se seis tipos de geometrias, que podem possuir topologia (nó, arco unidirecional e arco bidirecional) ou não (ponto, linha, polígono) (Figura 3).

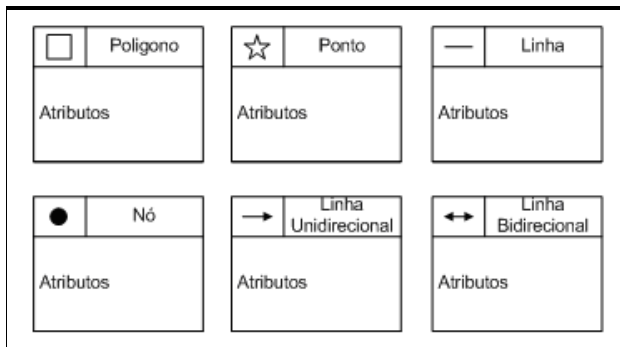


Figura 3: Representação dos tipos de geo-objetos.

Os relacionamentos entre as diversas classes podem ser de vários tipos. Existem as relações simples e espaciais (Figura 4) e relações topológicas de rede (Figura 5). As relações simples são representadas por linhas contínuas ligando dois objetos. As relações topológicas e de rede são representados por linhas pontilhadas. No caso das relações de rede, utiliza-se duas linhas paralelas, com o nome da relação entre elas.

Faltaram ainda a especialização e a generalização conceitual, que aparecem nos diagramas. Falta também a agregação, mas é desnecessário, pois não aparece no exemplo.

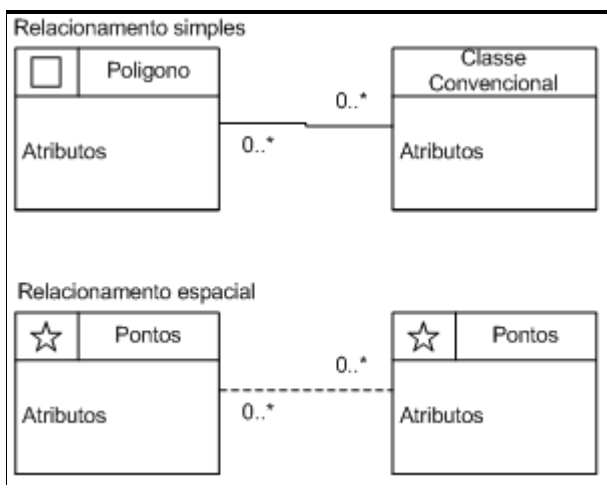


Figura 4: Relacionamentos por associação simples e espacial no OMT-G.

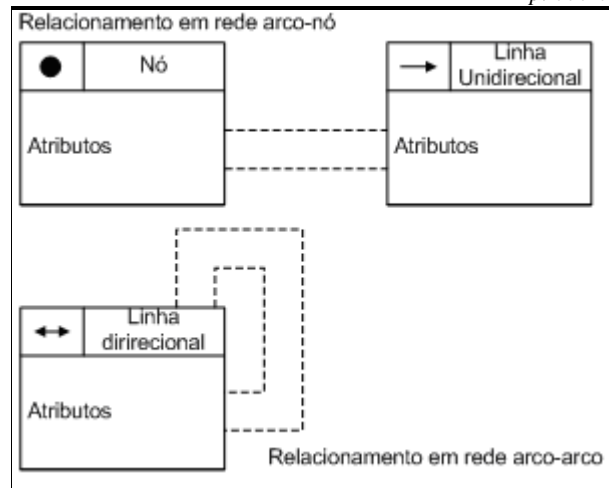


Figura 5: Relacionamentos em rede no OMT-G.

4 REQUISITOS DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O presente trabalho pretende modelar os acréscimos necessários a um sistema convencional de gerenciamento de abastecimento de água tratada, considerando a existência de sistemas legados voltados para os aspectos de faturamento e cadastramento de clientes. Assim, é necessário, basicamente, representar geograficamente a rede de distribuição e conectar a ela os atuais consumidores.

A modelagem conceitual abrange todos os requisitos necessários ao sistema de forma a responder a demandas básicas por informação geográfica, tais como as relacionadas abaixo, entre muitas outras:

- Distribuição espacial dos clientes inadimplentes;
- Localização dos maiores e menores consumidores;
- Distribuição espacial de clientes, por tipo (residencial, comercial, industrial);
- Visualização da situação atual dos clientes (ligados, desligados, desativados, etc) em uma dada região;
- Localização de clientes cadastrados em dívida ativa;
- Distribuição espacial de clientes por data de vencimento;
- Identificação de locais de maior incidência de cortes;
- Planejamento e digitalização de rotas de leitura de hidrômetros;
- Localização de registros;
- Localização dos reservatórios;
- Localização de vazamentos;
- Geração de mapas temáticos sobre as redes, indicando a estação de tratamento de água e o reservatório responsáveis pelo atendimento;
- Indicação de pontos mais próximos da residência do consumidor para pagamento da conta de água.

Como muitas das questões requerem respostas visuais, o modelo de dados necessita de entidades geográficas chaves, como:

- Clientes;
- Bairros;
- Logradouros;
- Reservatórios de água;
- Registros de água;
- Rotas de leitura;
- Estações de tratamento, produção, etc;
- Rede de tratamento e distribuição;
- Entre outros;

A partir do modelo conceitual desenvolvido, é feita a transcrição do mesmo para a estrutura física suportada pelo SGBD a ser utilizado na implementação. A importação dos dados deverá ser efetuada em seguida, atendendo às restrições de integridade e as características próprias do SGBD adotado.

5 ESQUEMA CONCEITUAL PROPOSTO

Um modelo de dados é definido como um conjunto de conceitos usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados [1]. O modelo de dados procura sistematizar o entendimento que as pessoas têm a respeito de objetos e fenômenos do mundo real, visando a representá-los em sistemas informatizados. A dificuldade encontrada está na representação completa dos objetos devido à complexidade dos mesmos e dos fenômenos reais levando em consideração os recursos atualmente à disposição dos sistemas gerenciadores de bancos de dados.

Dessa forma se faz necessário o desenvolvimento de uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, aplicando uma representação mais simplificada, mas que seja adequada às finalidades das aplicações que o banco de dados terá.

A Figura 6 representa o modelo conceitual do sistema de distribuição de água. O modelo proposto foi definido de acordo com as necessidades básicas de um sistema de distribuição de água, contemplando as entidades geográficas previstas na seção anterior e mais algumas complementares:

- Cidade
- Registros
- Limite de bairros
- Logradouros
- Nós de rede
- Trecho de rede
- Contas de clientes
- Postos de pagamento
- Hidrômetros

A cidade é composta por área de registros que não correspondem aos limites dos bairros. Localizados em diversos pontos da cidade tem-se os postos de pagamento

e os hidrômetros que atendem às contas\clientes.

A rede de distribuição é composta por nós e arcos que se interligam. Os nós podem ser classificados em diferentes tipos, tais como:

- Economia (Residencial, Comercial, Pública, Industrial)
- Hidrante
- Registro
- Redução
- Reservatório

As contas de clientes são diretamente ligadas em um sistema legado contendo todas as informações de cadastro e histórico dos mesmos.

Além do sistema de distribuição de água, o modelo também contempla o sistema de tratamento de água, que é representado na Figura 7.

O modelo conceitual para tratamento de água também possui como entidades geográficas os nós de rede e os arcos. O que as difere das entidades do sistema de distribuição de água são as especializações dos mesmos. Ou seja, no sistema de tratamento de água, temos nós dos seguintes tipos, além dos reservatórios que é comum aos dois sistemas:

- Captação
- Estação de bombeamento
- Estação de tratamento
- Estação de produção

Os arcos de ligações são separados em dois tipos:

- Adutora de água bombeada
- Adutora de água tratada

O modelo proposto neste trabalho foi construído com base na técnica OMT-G, buscando representar o maior número possível de entidades e relacionamentos. No entanto, devido à complexidade da modelagem, o trabalho proposto não tem a pretensão de ser um modelo definitivo, mas sim uma proposta inicial

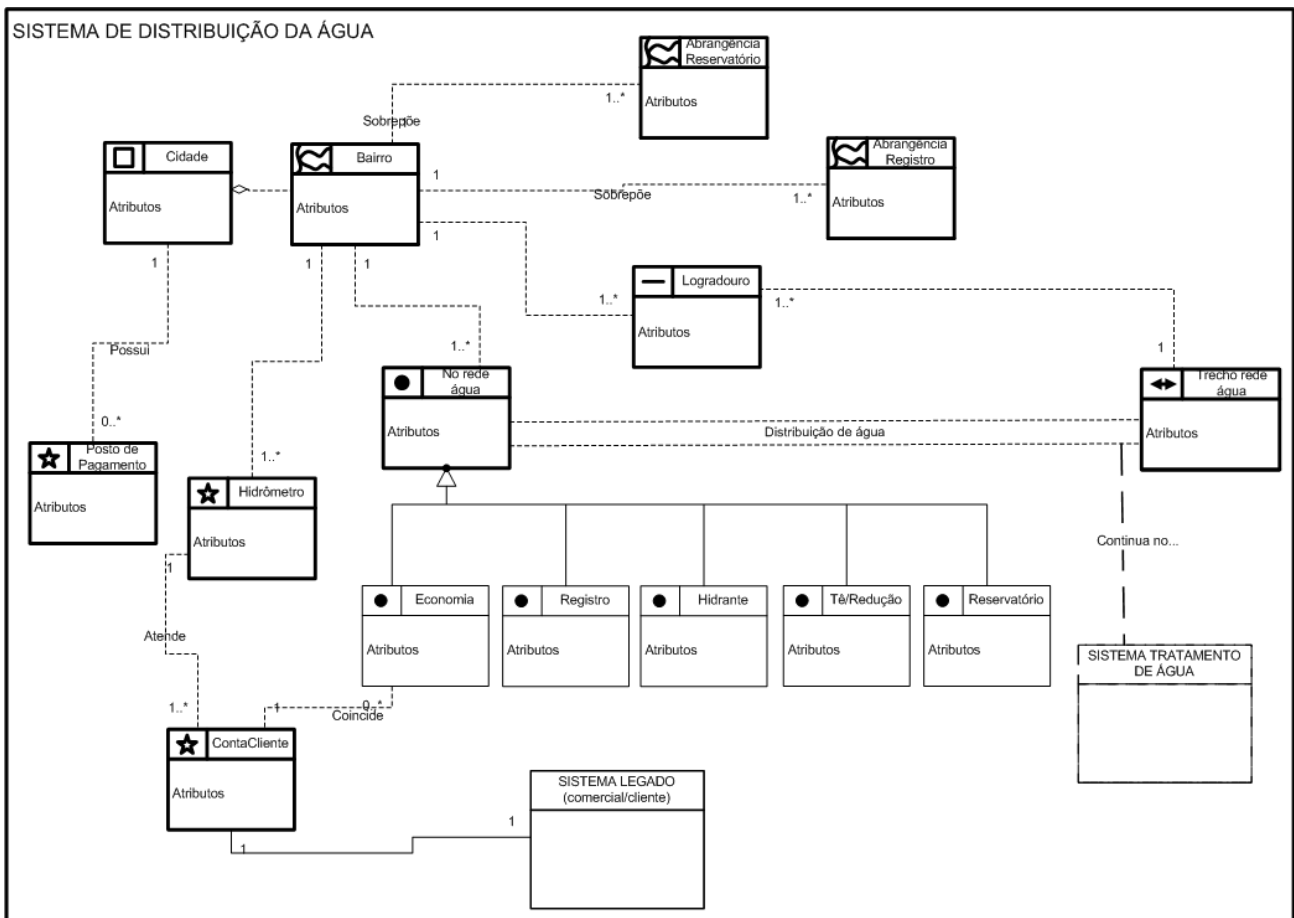


Figura 6: Modelo inicial proposto para um sistema de distribuição de água.

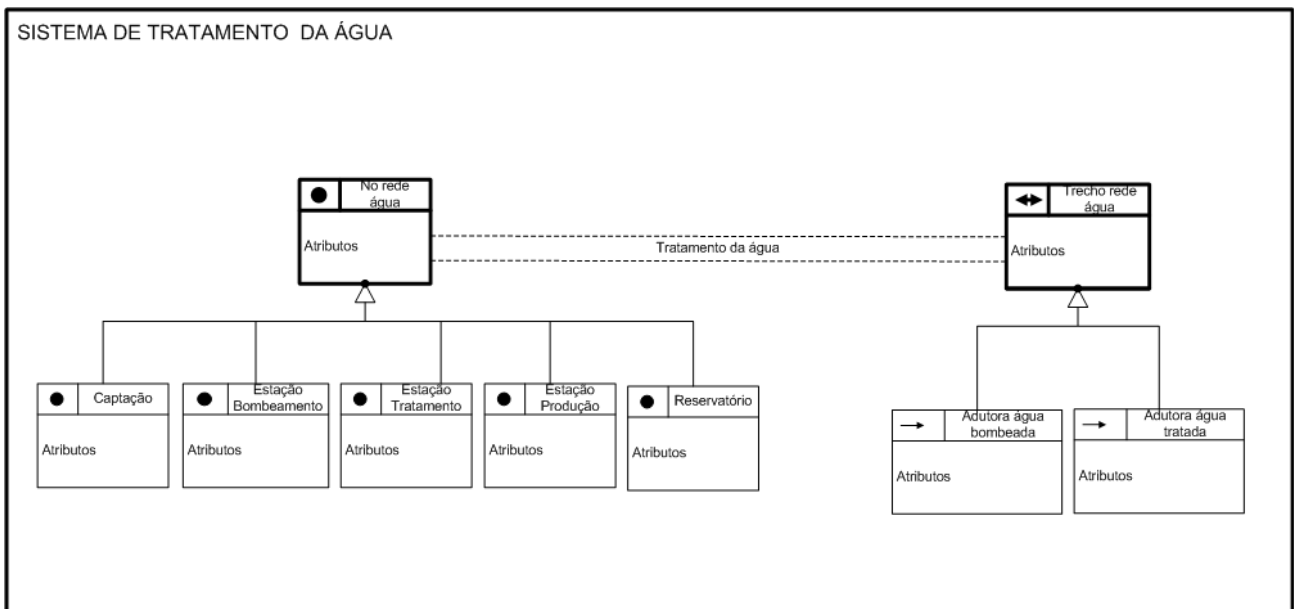


Figura 7: Modelo inicial proposto para um sistema de tratamento de água.

6 CONCLUSÕES

O desenvolvimento de um modelo de dados correto e adequado, refletindo a realidade da melhor forma possível, é extremamente importante na construção de uma base de dados. Ele será o alicerce sobre o qual crescerão as aplicações.

Este trabalho apresenta um modelo inicial de tratamento de água, baseado em levantamentos realizados em órgãos públicos de tratamento e distribuição de água, com finalidade de contribuir para implantação de um sistema de informações geográficas adequado para esta área de trabalho.

Para que esse modelo seja implementado será preciso aprimorá-lo, principalmente no sistema de rede de distribuição de água, buscando alternativas mais adequadas ao órgão que irá implementá-lo. De início, deverá ser priorizado o levantamento de dados, necessário para construção do esquema completo, validando-o ao final. A seguir, inicia-se o ciclo completo da metodologia de projeto de SIG, incluindo as fases de modelagem conceitual e lógica de dados. O projeto de Banco de Dados poderá ser elaborado a partir do esquema lógico, que é derivado do esquema conceitual.

Sugestões para futuros trabalhos:

- Ampliar o escopo do esquema conceitual elaborado de forma a atender o setor de tratamento de esgoto;
- Estudar as alternativas de rede de distribuição a ser implementada;
- Desenvolver esquemas de dados lógico e físico da aplicação;
- Atender anseios específicos de cada cliente.

REFERÊNCIAS

- [1] BORGES, Karla A. V., DAVIS Jr, Clodoveu A., LAENDER, Alberto H. F. *Modelagem conceitual de dados geográficos*. Em Casanova, M.A., Camara, G., Davis J, C.A., Vinhas, L. e Queiroz, G.R.(Ed) *Banco de Dados Geográficos*. MundoGeo, Curitiba, 2005.
- [2] BORGES, Karla A. V. *Modelagem de dados geográficos – uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas*. Belo Horizonte, MG: ESCOLA DE GOVERNO DE MINAS GERAIS, Fundação João Pinheiro, 1997. (Dissertação de Mestrado).
- [3] BORGES, Karla A. V., FONSECA, Frederico T. *Modelagem de dados geográficos em discussão*. In: GIS BRASIL96, 1996, Curitiba.
- [4] RIBEIRO, Maria de Fátima Solis. *Modelagem de um Sistema de Informações Geográficas para o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, 2001.
- [5] CARVALHO, Melissa., GHERARDI, Douglas Francisco Marcolino. *Modelagem de um banco de dados geográficos para o mapeamento da sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo na zona costeira*. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 2005.
- [6] CANÇADO, Regina Darck. *Determinação de Redes Atingidas na Interrupção do Abastecimento de Água: Desenvolvimento de Aplicativo Computacional, utilizando GIS e Grafos*. Belo Horizonte, MG: PUC-MG, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2000. (Dissertação de Mestrado).