

# MODELAGEM CONCEITUAL DE BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS APLICADA AO CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

*Conceptual Modeling of Geographic Databases applied to Multi-finality Technical  
Cadastr*

**Rômulo Parma Gonçalves<sup>1</sup>**  
**Jugurta Lisboa Filho<sup>2</sup>**  
**Carlos Antonio Oliveira Vieira<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>**Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ**  
**Instituto de Tecnologia IT – Departamento de Engenharia**  
BR 465- Km 7 – CEP 23.890-000, Seropédica – Rio de Janeiro  
romuloparma@ufrj.br

<sup>2</sup>**Universidade Federal de Viçosa - UFV**  
**Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - CCE**  
Av. P.H. Rolfs, s/n. CEP 36.570-000, Viçosa – Minas Gerais  
jugurta@ufv.br  
carlos.vieira@ufv.br

## RESUMO

Atualmente, muitas prefeituras brasileiras apresentam problemas quanto às condições em que se encontram seus sistemas cadastrais municipais, principalmente quando se trata de municípios de pequeno ou médio porte, onde são comumente encontradas bases de dados defasadas, desorganizadas e desatualizadas. Este artigo tem como objetivo auxiliar esses municípios na informatização cadastral, a partir da modelagem de Banco de Dados Geográficos (BDG), que ofereça o suporte necessário à criação de sistemas que buscam solucionar tais problemas. Portanto, é apresentado um esquema conceitual de BDG para servir de referência para a elaboração de cadastros municipais de forma bem geral. Este esquema compreende diversas áreas do cadastro, como Educação, Hidrografia, Saúde, Segurança Pública, Transporte e Tributação, incorporando assim o caráter multifinalitário. Com isso, pode-se concluir que este projeto percorreu uma análise dos aspectos no âmbito do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) e no que tange a modelagem conceitual de BDG, gerando produtos importantes para a informatização do cadastro, além de dar uma contribuição para esta área da engenharia. Com essa proposta torna-se possível reaplicar esses módulos ao cadastramento de diversos municípios, sem que haja grande esforço com alterações no esquema, já que se buscou sempre ser o mais genérico possível, colaborando também para uma padronização dos esquemas de BDG com vistas à informatização do CTM.

**Palavras chave:** Informatização cadastral, banco de dados, UML, SIG, município.

## ABSTRACT

Actually, several Brazilians' cities hall have problems related to the conditions of their own municipal cadastral systems, mainly when these are small and medium, where are commonly found ruined, disorganized and outdated databases. This paper has as objective, to allow the cadastral computerization of these cities, through modeling a Geographical Databases (GDB), that offer the necessary support to the creation of systems that intend to solve these problems. Thus, a conceptual design of GDB was created to serve of reference to elaboration of municipal cadastres in general way. Another objective was to extend this project of GDB for several areas of the cadastre, such as Education, Hydrograph, Health, Public Security, Transportation and Taxation, incorporating its multi-finality character. At last, it can be concluded that this article covered an analysis of the aspects in the ambit of the Multi-finality Technical Cadastre which contemplated the conceptual modeling of GDB, generating important products to the computerization of the cadastre and at the same time contributing for this engineering area. With this consolidated modeling, it's possible reply this modules to cadastre of several cities, effortlessly with changes in the schema, once always looked for being the

most generic possible, contributing also for a standardization of schemas of GDB to computerization the Multi-finality Technical Cadastre.

**Keywords:** Cadastral computerization, database system, UML, GIS, city.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, torna-se cada vez mais difícil imaginar a organização de dados e informações importantes de empresas ou instituições, sem que haja um sistema de banco de dados informatizado e devidamente implantado, a fim de agilizar a inserção desses dados e a consulta a essa base, fornecendo respostas cada vez mais dinâmicas e confiáveis.

Isso não é diferente quando se trata de um sistema cadastral municipal, já que a quantidade de informações a ser armazenada e organizada é sempre muito grande, mesmo para os municípios de pequeno porte.

Sabe-se que um sistema de banco de dados é uma representação limitada do mundo real, e para o caso do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) de uma cidade, deve-se considerar que há muita informação não descritiva, ou seja, dados espaciais, o que implica em se pensar na utilização de Bancos de Dados Geográficos (BDG) para o suporte a este tipo de trabalho (GONÇALVES, 2008).

Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) são projetados para gerir grandes volumes de dados. Gerenciar estes dados implica em definir as estruturas de armazenamento, possibilitando definir diferentes maneiras de se manipular esses dados. O sistema também deve garantir a segurança dos dados contidos na base (ELMASRI & NAVATHE, 2005).

O conjunto de dados, associados a um conjunto de programas para acesso a esses dados, objetivando principalmente, o fornecimento de um ambiente que proporcione eficiência tanto para a recuperação quanto para o armazenamento das informações, é chamado de Sistema de Banco de Dados (ELMASRI & NAVATHE, 2005).

Bancos de dados espaciais ou geográficos se diferem dos bancos de dados convencionais principalmente nos tipos de dados manipulados, que deixam de ser apenas descritivos para tomarem formas espaciais ou geométricas, podendo ou não estar relacionados a sistemas de coordenadas terrestres.

Assim como nos bancos de dados convencionais, o BDG tenta representar a realidade de uma forma limitada, onde, de acordo com as limitações de representação e capacidade computacional, busca-se modelar e representar o mundo real. Isto pode ser simplificado e observado conforme ilustra a Fig. 1, que permite notar os níveis de representação necessários.

Para Câmara (1995), a visão apresentada na Fig. 1 pode ser explicada resumidamente como:

- no universo do Mundo Real, encontram-se maneiras de se representar seus fenômenos

naturais, como a hidrografia, a vegetação, as edificações, dentre outras;

- no universo do Nível Conceitual, pode-se individualizar os tipos desses fenômenos geográficos, separando os dados contínuos no espaço (campo geográfico) dos dados discretos (objeto geográfico);

- no universo do Nível de Representação, define-se como são representadas as diversas entidades formais, podendo variar de acordo com sua escala, projeção cartográfica e época de aquisição do dado, distinguindo-se entre representações matricial ou vetorial;

- no universo do Nível de Implementação, é onde há a realização do modelo de dados através das linguagens de programação. São escolhidas então as estruturas de dados para a implementação das geometrias antes definidas no universo de representação.

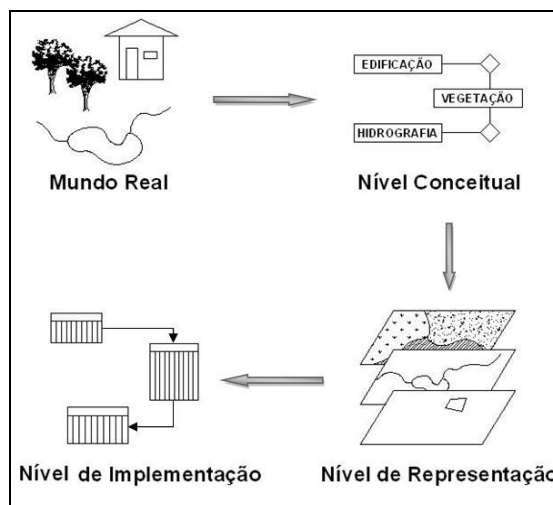


Fig. 1 - Níveis de Representação.

Este trabalho tem como objetivo auxiliar a informatização cadastral de municípios de pequeno e médio porte, por meio da apresentação da modelagem de BDG, de forma mais generalizada, a fim de oferecer o suporte necessário à criação de sistemas cadastrais multifinalitários.

Assim, pode-se verificar alguns detalhes importantes sobre o CTM e os BDG, para dar início à apresentação da metodologia e resultados.

## 2. CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

Existem diversas definições sobre o que é de fato um Cadastro Técnico Municipal, ou Multifinalitário, onde diversos estudiosos do assunto buscam uma definição plausível e que melhor se adéque ao termo.

Em nível mundial, pode-se interpretar que o cadastro é um inventário público organizado metodicamente, que diz respeito aos dados de uma propriedade dentro de uma cidade, distrito ou país, baseado nas medidas de seus limites. Tais propriedades são sistematicamente identificadas por suas principais designações de separação. Os limites de uma propriedade servem para normalmente identificar e mostrar em grandes escalas no mapa, a parcela, e juntamente com registros, pode-se mostrar para cada propriedade separada, sua natureza, tamanho, valor e parcelas associadas a esta legalmente. Isto responde às questões de onde e quanto, sendo esta a definição recomendada pela Federação Internacional dos Agrimensores - FIG (*International Federation of Surveyors ou Fédération Internationale des Géomètres*) em sua Declaração sobre o Cadastro (FIG, 1995).

Em *The Bogor Declaration* (1996), a definição de cadastro foi teoricamente ampliada, onde a FIG e o Departamento para Apoio ao Desenvolvimento e a Gestão dos Serviços da ONU (Organização das Nações Unidas), propuseram nesta Declaração, que os cadastros devem estabelecer infra-estruturas mais modernas e incrementar as exigências.

O cadastro é como se fosse a componente central de sistemas de administração territorial e possui uma infra-estrutura importante para a implantação de políticas sobre o uso e ocupação do solo. Enquanto a maioria dos sistemas cadastrais tradicionais tem o objetivo de dar suporte às operações do mercado imobiliário, os novos vêm fazendo um fundamental papel de estruturar a administração territorial no que diz respeito ao desenvolvimento econômico, administração ambiental e estabilidade social, principalmente em países emergentes (WILLIAMSON, 2002).

Durante o XX Congresso da FIG, realizado em Melbourne na Austrália, em 1994, sua Comissão 7, redigiu um documento que remonta a criação do Grupo de Trabalho 7.1, com a tarefa de realizar estudos de projetos de reforma cadastral para os países desenvolvidos, o que resultou no Cadastro 2014.

O enfoque foi dado ao desenvolvimento dos sistemas cadastrais com base em seis sentenças, que apontam: a documentação das restrições e responsabilidades de direito público; maior cooperação entre o cadastro e o registro; mais trabalho com formatos digitais; mais trabalho com modelagem de dados; maior cooperação entre os setores públicos e privados; e melhor distribuição de custos dos sistemas cadastrais (KAUFMANN & STEUDLER, 1998).

A responsabilidade pela produção e administração dos dados cadastrais em nosso país, encontra-se fragmentada entre o INCRA em áreas

rurais, e as prefeituras em áreas urbanas (CARNEIRO, 2003). A coleta de informações de determinado local é característica fundamental para qualquer tipo de cadastro, seja ele de caráter urbano ou rural.

É comum encontrar nas prefeituras brasileiras, um cadastro imobiliário cuja utilização se restrinja apenas a uma base de dados para o cálculo de tributos, mesmo assim, geralmente não dá os subsídios necessários para a caracterização dos imóveis com o objetivo de apuração do valor venal. Considerando que os sistemas cadastrais, podem ter um caráter multidisciplinar, os mesmos podem assumir uma função mais abrangente, apresentando-se como um conjunto de informações organizadas para diversos departamentos e setores da administração municipal (AMORIM, *et al.*, 2008).

Para solucionar problemas típicos de cadastros nas prefeituras brasileiras, é necessária a realização de uma informatização cadastral. Pode-se notar que em diversos trabalhos cadastrais, há a utilização de sistemas de informação para entrada e saída de dados, para realização de cálculos, consultas, etc. Esses sistemas devem ser elaborados com um projeto conceitual de banco de dados, para assegurar ao sistema, a possibilidade de alteração, considerando-se o dinamismo das cidades e a reutilização desse sistema com maior facilidade em cadastros de municípios diferentes (GONÇALVES, *et al.*, 2008).

## 3. BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS

Geralmente, a realidade espacial era representada em arquiteturas de banco de dados denominadas dual, acarretando em inconsistências e maior mão de obra em termos de atualização da base de dados, e os modelos conceituais convencionais, como o modelo Entidade-Relacionamento (E-R), não são muito apropriados para a modelagem de dados geográficos.

Isto ocorre, porque, segundo Borges *et al.* (2001), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) podem ser implementados por meio de modelos de dados relacionais, relacionais estendidos ou orientados a objetos (O-O), porém essa última alternativa oferece um ambiente mais propício para dados geográficos, possibilitando uma melhor representação do mundo real, diretamente no modelo conceitual, ao oferecer mecanismos de abstração capazes de modelar situações complexas, como os objetos geométricos.

Os modelos de dados para aplicações geográficas têm necessidades especiais adicionais, tanto com relação à abstração de conceitos e entidade, quanto ao tipo de entidades representáveis e seus inter-relacionamentos. Diversas propostas existem atualmente, principalmente focadas em estender os modelos criados para aplicações convencionais, como os modelos GeoOOA (KÖSTERS *et al.*, 1997), PERCEPTORY (BÉDARD *et al.*, 2008), OMT-G (BORGES *et al.*, 2001), MADS (PARENT *et al.*, 2008), GISER (SHEKHAR *et al.*, 1997) e UML-GeoFrame (LISBOA FILHO, 2008). Todos esses modelos

procuram refletir melhor as necessidades de aplicações geográficas .

A modelagem do banco de dados é uma fase muito importante, e a iniciativa de se padronizar as linguagens léxicas e a notação gráfica, torna-se um grande desafio na área de informática, favorecendo em muito os investidores em grandes SIG, pois como a modelagem independe de software, caso ocorram avanços tecnológicos, o modelo conceitual se preserva (LISBOA FILHO, 2000).

É fato que em um BDG existam dados geográficos e não-geográficos, e estes também devem ser representados no banco de dados. Por exemplo, um lote de um município contém informações que dizem respeito às suas propriedades geométricas e geográficas, que são representadas nos BDG como objetos geográficos. Este mesmo lote pode conter informações descritivas e convencionais, como o nome de seu proprietário ou o seu valor venal.

De acordo com Goodchild *et al.* (2007), a realidade física ainda pode ser observada e dividida segundo duas visões específicas, de campo e de objetos.

Na visão de “campo geográfico” a realidade é modelada por variáveis que possuem uma distribuição contínua no espaço, ou seja, toda posição no espaço geográfico pode ser caracterizada por um valor de atributo como, por exemplo, de temperatura, uso do solo, relevo, dentre outros, medidos para um par de coordenadas geográficas.

Para Câmara (2005), as visões de campo também podem ser denominadas como geo-campos, e estes representam atributos que possuem valores em todos os pontos pertencentes a uma região geográfica.

Na visão de “objetos geográficos”, a realidade consiste de fenômenos individuais discretos, bem definidos e identificáveis, onde cada fenômeno tem suas propriedades individuais e ocupa um determinado lugar no espaço. A realidade é modelada como um grande espaço onde os fenômenos estão distribuídos sem que, obrigatoriamente, todas as posições do espaço estejam ocupadas.

Objetos geográficos também são chamados de geo-objetos, e estes são entidades geográficas singulares e indivisíveis, caracterizadas por suas identidades particulares, seus atributos e fronteiras (CÂMARA, 2005).

Para realizar a modelagem conceitual do BDG, buscando representar a realidade municipal da melhor maneira possível, e, simplificando-se ao máximo para

auxiliar no entendimento, será utilizado neste trabalho o modelo UML-GeoFrame, que utiliza como linguagem de modelagem a UML (“*Unified Modeling Language*” Linguagem de Modelagem Unificada).

#### 4. FRAMEWORK GEOFRAME

O GeoFrame é um framework conceitual que pode fornecer um diagrama de classes básicas, que servem para dar suporte ao projetista na modelagem conceitual dos dados geográficos (LISBOA FILHO, 2008).

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.” (SOUZA *apud* LISBOA FILHO, 2000, pág. 131).

Isto facilita os trabalhos de modelagem do projetista de banco de dados, pois é uma forma simplificada de se utilizar uma notação de modelagem, a fim de auxiliar no entendimento do modelo por um público maior e reduzir o tempo de trabalho.

O GeoFrame foi constituído de acordo com algumas regras básicas de formalismo da orientação a objetos e, a fim de agilizar o processo de modelagem, utilizando a notação gráfica do diagrama de classes da UML (BOOCH *apud* LISBOA FILHO, 2000, pág. 132).

Na Fig. 2, pode-se observar os níveis do diagrama de classes do GeoFrame.

As classes “Tema” e “RegiãoGeográfica” formam a base para qualquer tipo de aplicação geográfica. O “Tema” pode ser representado pelas classes “ObjNãoGeográfico”, que abrange os objetos sem representação espacial e Região Geográfica, caracteriza a área geográfica da aplicação.

A classe “FenômenoGeográfico” é especializada em Campo e Objeto Geográficos, sendo o Campo representado pela generalização de fenômenos que se enquadram na visão de campo, e o Objeto, pela generalização de todas as classes do domínio da aplicação que são percebidas na visão de objetos.

Para melhor entender os fenômenos geográficos e representá-los de maneira mais clara, foi criado um conjunto de estereótipos que favorece o uso para diferenciar os dois principais tipos de objetos pertencentes a um BDG.

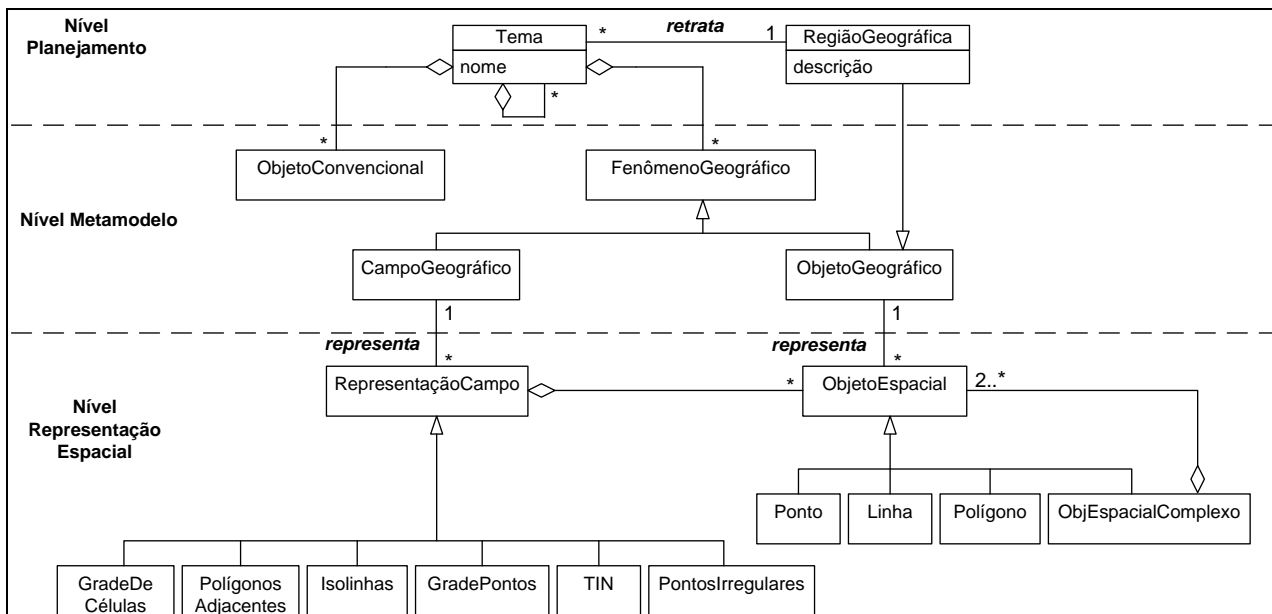


Fig. 2 - Diagrama de Classes do GeoFrame. Fonte: (LISBOA FILHO et al, 2008).

A Fig. 3 apresenta como são representados os estereótipos no framework GeoFrame, que serve de base para a modelagem de aplicações de SIG, a partir das quais as classes do domínio da aplicação são representadas.

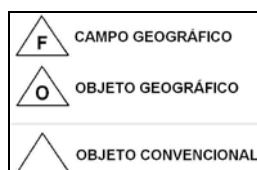


Fig. 3 - Estereótipos para generalização dos fenômenos geográficos e convencionais no GeoFrame.

O mesmo fenômeno geográfico, seja ele de campo ou de objeto, pode ser representado de várias formas distintas, e cada estereótipo pode ter uma semântica própria. A substituição de cada associação do modelo GeoFrame, entre o fenômeno geográfico e sua representação espacial, resulta em novas formas de representar esses estereótipos para associação. Um objeto geográfico pode ser modelado como:

- Ponto;
- Linha;
- Polígono;
- Objeto Complexo.

Por exemplo, a nascente de um rio pode ser representada por um ponto. Mas um mesmo objeto pode ainda ser representado por mais de um estereótipo, como uma cidade, que por questões de escala, pode ser notada como um ponto ou como um polígono, a depender da aplicação. Já os campos geográficos, podem ser modelados como:

- Grade de Células;

- Polígonos Adjacentes;
- Isolinhas;
- Grade de Pontos;
- TIN – *Triangular Irregular Network* (Rede Triangular Irregular);
- Pontos Irregulares.

Como exemplo, pode-se lembrar da representação geográfica de uma carta de relevo, sendo que este pode ser representado como campo de várias formas, sendo por isolinhas (curvas de nível), TIN, grades de células e até mesmo por grade de pontos num Modelo Digital de Terreno (MDT).

Na Fig. 4, é possível visualizar como estes estereótipos de associação são representados num modelo UMLGeoFrame.

ObjetoEspacial	RepresentaçãoCampo	
Ponto	GradeCélulas	GradePontos
Linha	PolAdjacentes	TIN
Polígono	Isolinhas	PontosIrregulares
ObjComplexo		

Fig. 4 - Estereótipos para associação no framework GeoFrame. Fonte: (LISBOA FILHO, 2008)

É possível também que sejam modelados aspectos temporais nas classes, visto a deficiência dos SIG atuais em não considerar a realidade em seu aspecto dinâmico. Segundo Hadzilacos *apud* Lisboa Filho (2000, pág. 40), a necessidade dos dados geográficos serem qualificados com base no tempo, não corresponde à sua necessidade de serem frequentemente modificados, mas sim ao fato de possibilitarem registros de estados passados de maneira a permitir o estudo evolutivo desses fenômenos.

Os “tipos de tempo” em Bancos de Dados

Temporais são representados por tempo de Validade e de Transação, sendo considerado no modelo UML-GeoFrame apenas o Tempo de Validade, ou seja, o tempo em que o evento realmente ocorreu e não o tempo de registro no banco de dados. Sua Granularidade Temporal é dada por hora, data e período de tempo (timestamp) (LISBOA FILHO, 2008). Os tipos de ocorrências destes aspectos temporais são representados no modelo UML-GeoFrame como Instante e Intervalo de tempo, através de estereótipos, como se pode observar na Fig. 5.

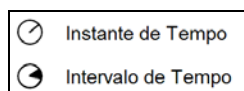


Fig. 5 - Estereótipos para representação temporal no framework GeoFrame.

## 5. MODELAGEM CONCEITUAL DO BDG

O presente trabalho visa a modelagem conceitual de um BDG para atender a necessidades dos municípios brasileiros, principalmente os médios e menores, sendo assim, o trabalho realizado de forma mais genérica possível, permitindo a adaptação do esquema. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mais de 70% destes municípios têm população inferior a 20.000 (vinte mil) habitantes.

Buscou-se a simplicidade em todo o processo de modelagem para que o esquema não caia em desuso por problemas de complexidade, compreendendo diversas finalidades cadastrais para que o trabalho possa obter caráter multifinalitário.

Foi proposto então, o grande pacote “CTM – Cadastro Técnico Multifinalitário” como sendo o superpacote, que engloba todos os outros envolvidos no projeto, já que a finalidade do trabalho é exatamente o cadastramento municipal, e esses pacotes têm características de organização das classes afins.

Na Fig. 6, é possível examinar o pacote CTM, podendo-se observar os seus subpacotes, como estes foram organizados e qual a relação de dependência existente entre eles.

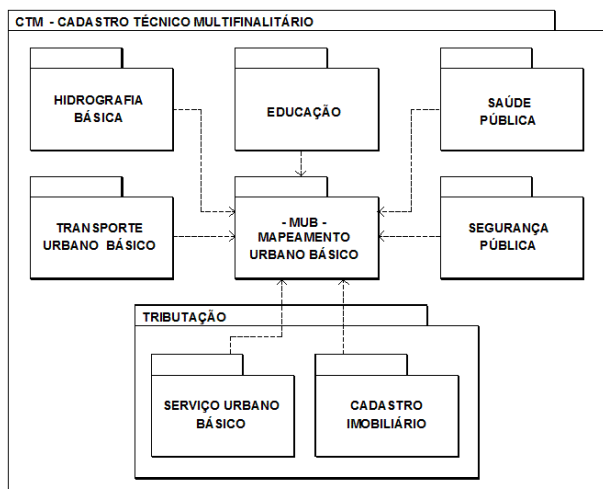


Fig. 6 - Pacote do CTM e seus subpacotes.

O pacote CTM foi subdividido em diversos outros pacotes que agrupam classes com mesmos objetivos e aplicações, podendo suas descrições ser notadas na TABELA 1, onde são descritas e especificadas em maiores detalhes.

TABELA 1 - PACOTES DO CTM E SUAS DESCRIÇÕES E OBJETIVOS.

Pacote	Descrição e Objetivo
MUB - Mapeamento Urbano Básico	Contém as classes com informações do Mapeamento Urbano Básico do município, como os distritos, quadras, lotes, logradouros, etc.
Educação	Contém dados relacionados com as unidades educacionais do município. Exemplo, escolas e faculdades.
Hidrografia Básica	Inclui as classes de objetos com dados hidrográficos do município.
Saúde Pública	Contém informações sobre as unidades envolvidas com a área da saúde municipal, como clínicas, hospitais, etc.
Segurança Pública	Inclui classes de objetos relacionados às unidades de Segurança Pública, como as polícias, Civil e Militar.
Transporte Urbano Básico	Relaciona informações sobre o sistema de transporte da cidade, desde malha viária a sistemas de circulação.
Tributação	Dividido em outros dois pacotes, que são: Serviço Urbano Básico e Cadastro Imobiliário, destinados ao auxílio nos serviços tributários municipais.

A seguir, cada pacote é detalhado, mostrando as suas classes e as relações que as mesmas possuem, permitindo-se a verificação da inter-relação entre classes de diferentes pacotes.

### 5.1 Pacote MUB (Mapeamento Urbano Básico)

Como o principal foco do trabalho é a modelagem das classes, por questão de espaço são apresentados apenas os pacotes com suas respectivas classes, omitindo-se assim os seus atributos, podendo estes ser observados por completo em (GONÇALVES, 2008).

Sendo assim, neste projeto, o pacote MUB - Mapeamento Urbano Básico foi considerado como central, ou o mais importante para o processo cadastral, já que neste foram especificadas classes referentes ao mapeamento físico ou aos fenômenos geométricos do sistema cadastral municipal como um todo. Somente como exemplo, o pacote MUB é exibido com e sem seus atributos (Figs. 7 e 9), respectivamente.

O MUB engloba todas as classes básicas ao mapeamento cadastral de qualquer município de pequeno ou de médio porte, generalizando o processo de levantamento de fenômenos geográficos urbanos. A Fig. 7 ilustra todas as classes modeladas no pacote MUB, com suas associações e multiplicidades, apresentadas em forma de um Diagrama de Classes com

notação UMLGeoFrame. Estes diagramas foram elaborados usando a ferramenta ArgoCASEGEO (LISBOA FILHO *et al.*, 2004).

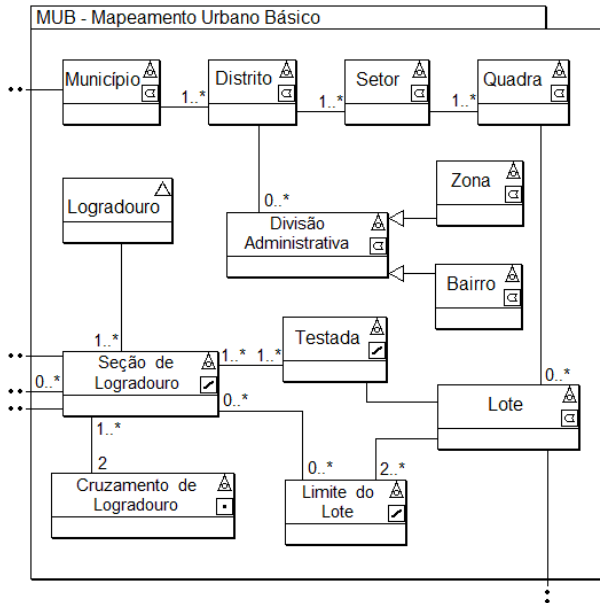


Fig. 7 - Diagrama de Classes do Pacote MUB.

Neste pacote (Fig. 7), assim como nos demais, a inter-relação entre classes de diferentes pacotes está representada conforme Fig. 8.



Fig. 8 - Notação para explicitar a inter-relação entre classes de diferentes pacotes.

No pacote MUB, com exceção à classe “Logradouro”, todas as demais são de fenômenos espaciais, representadas por objeto geográfico, visto que todas elas são reconhecidas como fenômenos discretos no espaço, podendo assim ser armazenados como feições de pontos, linhas ou polígonos.

Os fenômenos espaciais básicos a serem mapeados para cadastro podem ser praticamente todos incluídos no pacote de mapeamento básico, o MUB.

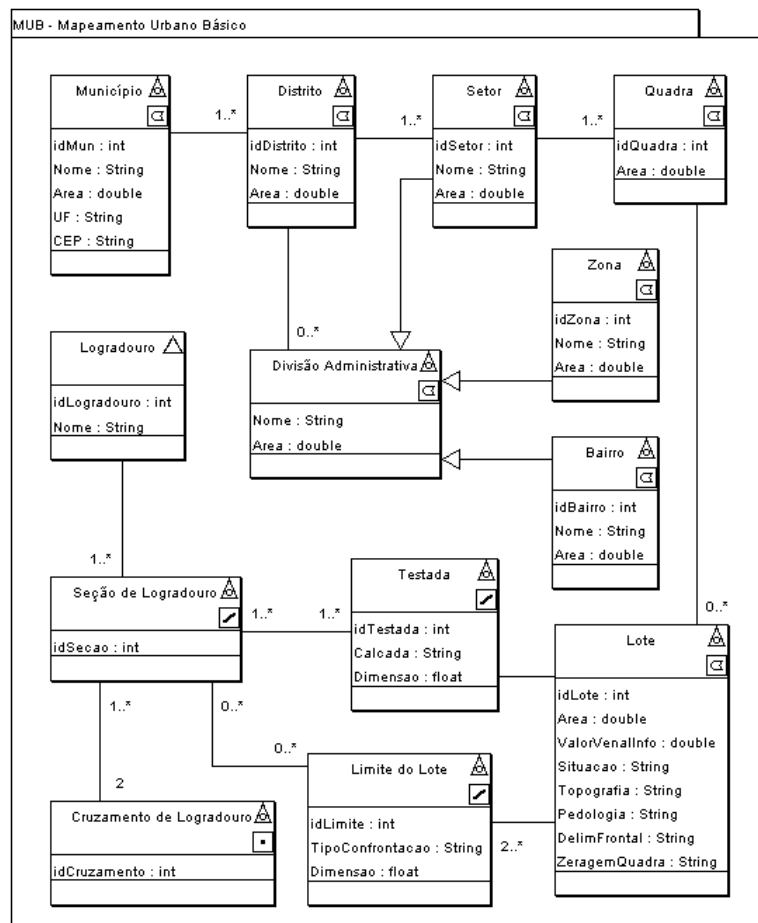


Fig. 9 - Diagrama de Classes do Pacote MUB com seus respectivos atributos.



## 5.2 Pacote Educação

Ao observar o pacote Educação (Fig. 10), nota-se que nele são apresentadas as classes de objetos com suas respectivas dependências. Este pacote não contém classes representadas por fenômenos geográficos, mas somente descritivos, já que a classe principal deste pacote, a “Unidade Educacional”, está relacionada à classe “Unidade Cadastral” do pacote Cadastro Imobiliário, que está espacializada pela classe “Edificação” do mesmo pacote ou “Lote” do pacote MUB.

No pacote Educação, foram consideradas as unidades educacionais do município, onde estas podem ser especializadas em diversos outros fins, tais como creches, bibliotecas, escolas e faculdades. Estas classes permitem o armazenamento de atributos que auxiliarão em consultas aos dados relativos à área de educação municipal, fortalecendo o trabalho de gestores no que diz respeito ao acesso às informações georreferenciadas de suas instituições educacionais, sejam elas públicas ou privadas.

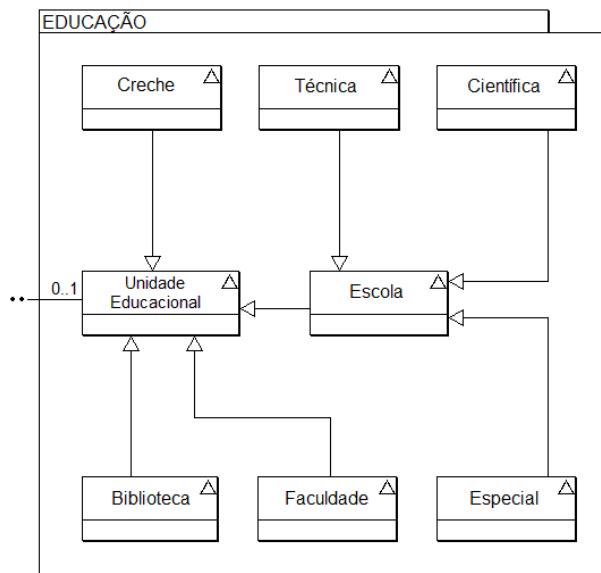


Fig. 10 - Diagrama de Classes do Pacote EDUCAÇÃO.

## 5.3 Pacote Hidrografia Básica

A malha hidrográfica do município também pode ser mapeada, e suas informações armazenadas em um banco de dados. O esquema conceitual que trata dos dados referentes à hidrografia, está representado na Fig. 11, onde se pode perceber um diagrama de classes em que há fenômenos geográficos de diferentes tipos de representação.

A malha hidrográfica modelada neste projeto é a referente apenas à hidrografia básica, motivo pelo qual omite-se qualquer outro tipo de evento de natureza descritiva ou fenômeno geográfico que possa estar relacionado a este tipo de objeto.

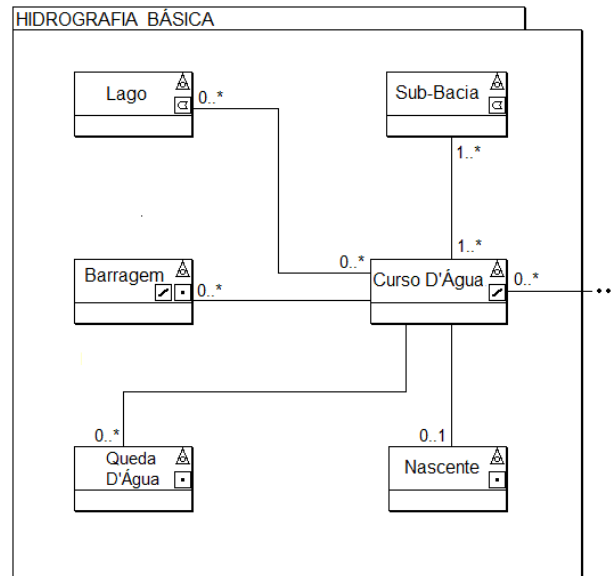


Fig. 11 - Diagrama de Classes do Pacote HIDROGRAFIA BÁSICA.

## 5.4 Pacote Saúde Pública

Outro pacote que colabora para a atribuição do título de multifinalitário ao sistema cadastral, é o direcionado à área da saúde. Ao se exibir o pacote Saúde Pública, pode-se observar na Fig. 12, que este é direcionado ao cadastro de unidades de saúde.

Poderia ter diversas outras finalidades, como o cadastro de pacientes, de pessoas e suas enfermidades, o de médicos e enfermeiros, e até de medicamentos, porém subentende-se que seja necessário que o sistema tenha um objetivo e procure alcançá-lo, sem que extrapole na diversidade de informações. E como o caso proposto neste trabalho é para um cadastro dirigido às unidades de saúde, apenas estas são contempladas.

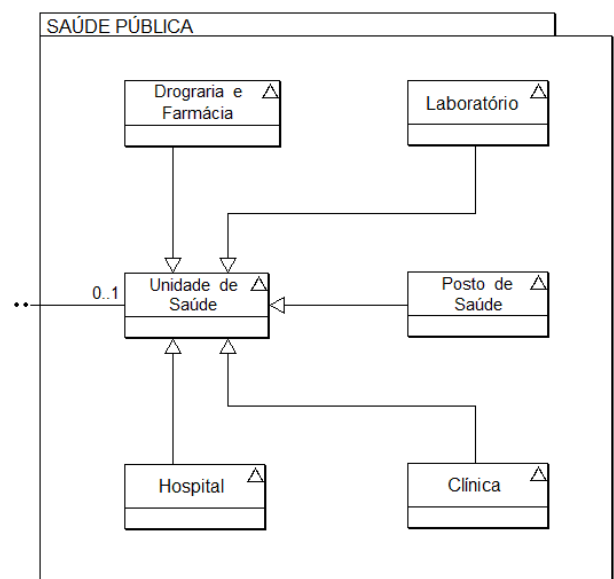


Fig. 12 - Diagrama de Classes do Pacote SAÚDE PÚBLICA.



Como se pode perceber, a classe Unidade de Saúde é uma generalização das demais, que são suas especializações. Isto se deve à dependência causada pela classe principal, já que um Hospital, por exemplo, deve ser um tipo de Unidade de Saúde.

As descrições e os tipos de representação do pacote Saúde Pública são todos de origem descritiva, que porventura, assim como no caso do pacote Educação, a classe “Unidade de Saúde” relaciona-se com a classe “Unidade Cadastral” do pacote Cadastro Imobiliário (Fig. 17).

### 5.5 Pacote Segurança Pública

Bem semelhante ao que foi proposto no pacote de Saúde Pública, o pacote de Segurança Pública (Fig. 13) tem uma classe principal que é a Unidade Policial, que se generaliza em diversas outras.

Neste caso, esta classe se divide em duas, sendo a de Polícia Civil e Polícia Militar, permitindo uma melhor separação entre as diferentes unidades policiais. Estas novas classes se subdividem em mais outras duas cada, formando mais classes especializadas, a fim de possibilitar um maior número de detalhes na implementação e uma melhor compreensão do esquema como um todo.

É possível notar que, no pacote em questão, há uma classe que não tem associação com nenhuma outra do mesmo pacote. Isso se deve à possibilidade de associação entre classes de diferentes pacotes, sendo este o caso da classe Vigilância.

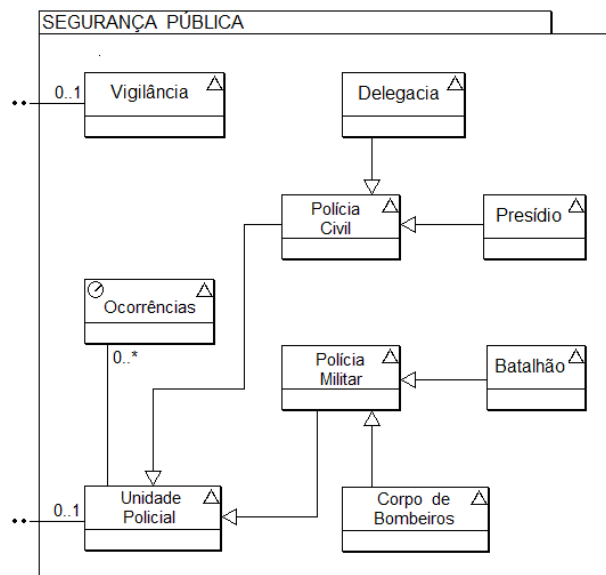


Fig. 13 - Diagrama de Classes do Pacote SEGURANÇA PÚBLICA.

### 5.6 Pacote Transporte Urbano Básico

No pacote Transporte Urbano Básico, procurou-se modelar alguns aspectos que envolvem a questão do tráfego viário municipal, em seu escopo mais simplificado possível, não deixando, porém, de ser

um modelo bem representativo da realidade e que não exclua nenhum tipo de objeto que seja de essencial importância ao modelo.

Como se pode distinguir no pacote, conforme Fig. 14, foi tratado de maneira separada o trecho de circulação e a rede de circulação viária, pois no primeiro é considerado cada seção de logradouro em que se possa trafegar, e o último, respectivamente, releva a malha viária como um todo. Portanto, a classe “Trecho de Circulação” é específica da classe “Rede de Circulação Viária”, que é mais genérica.

As demais classes do pacote são especializações do trecho de circulação viária, sendo todas elas destinadas a tratar de uma finalidade específica, do tipo, da característica e do volume de tráfego permitido em determinada via pública.

Enfim, este pacote trata de dados relacionados ao transporte público urbano como um todo, sendo consideradas desde as vias físicas de tráfego, até as finalidades e características destas mesmas.

A modelagem deste pacote teve como ponto de partida a reutilização do padrão de análise “Rede de Circulação Viária”, publicado em (LISBOA FILHO et al, 2002).

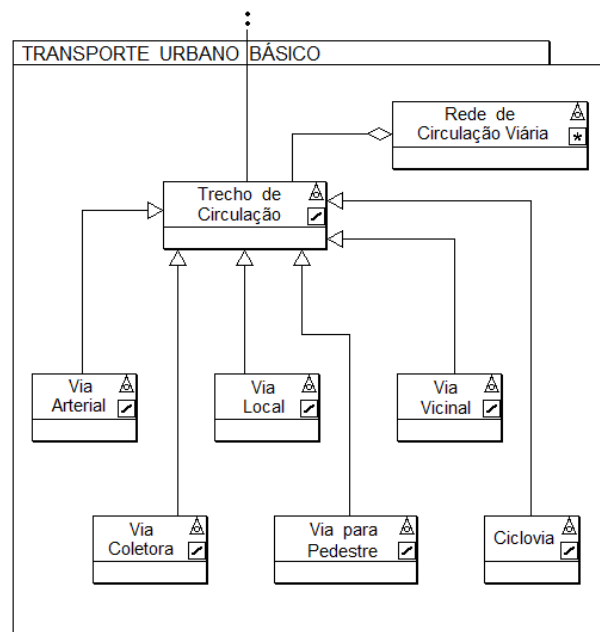


Fig. 14 - Diagrama de Classes do Pacote TRANSPORTE URBANO BÁSICO.

### 5.7 Pacote Tributação

O pacote Tributação foi modelado somente para armazenar outros dois pacotes, que são: o Serviço Urbano Básico e o Cadastro Imobiliário, com informações diferentes, mas propósitos comuns que são de armazenar dados para fins de tributação, havendo aplicações principalmente no cálculo e arrecadação do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano).

Vale lembrar que o maior objetivo do pacote em questão, é exatamente armazenar classes que tenham

como finalidade guardar informações sobre os imóveis, logradouros, proprietários, contribuintes e demais especificidades sobre os tributos de um modo geral, como dívidas ativas, alíquotas, etc.

As classes desse pacote devem contribuir para a realização de cálculos dos valores venais do imóvel e posteriormente dos tributos, assim como facilitar a arrecadação dos mesmos, além de promover a justiça tributária. Na Fig. 15, apresenta-se como foi organizado o pacote Tributação.

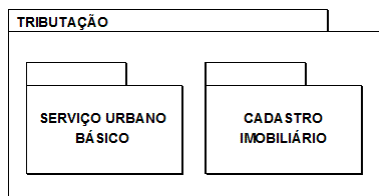


Fig. 15 - Pacote TRIBUTAÇÃO e seus subpacotes.

### 5.7.1 Pacote Serviço Urbano Básico

O Serviço Urbano Básico foi um pacote organizado para armazenar os dados de infra-estrutura básica do município, em especial de logradouros.

Neste pacote, pode-se perceber a importância de se projetar cada classe que foi considerada no modelo (Fig. 16), já que para uma troca justa entre governo e população, é necessário que haja colaboração de ambas as partes.

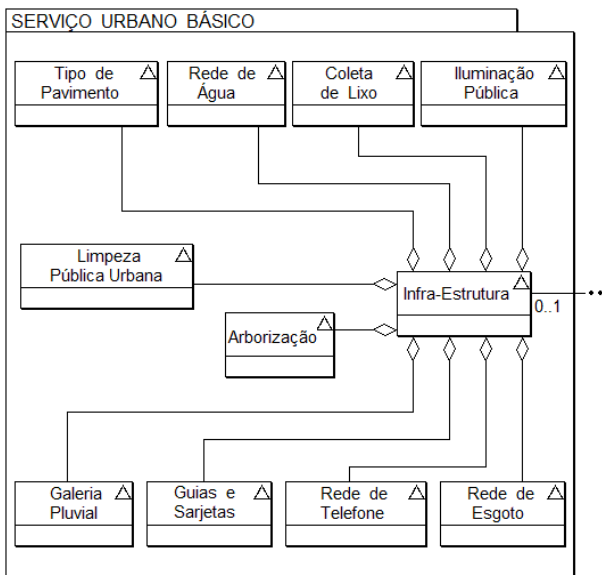


Fig. 16 - Diagrama de Classes do Pacote SERVIÇO URBANO BÁSICO.

No pacote Serviço Urbano Básico, como pode-se notar, a classe Infra-Estrutura tem todas as demais como suas partes, conforme notação em UML. Isto se deve pelo fato de que todas elas são consideradas como componentes da classe principal, a Infra-Estrutura.

### 5.7.2 Pacote Cadastro Imobiliário

O pacote Cadastro Imobiliário (Fig. 17), diferentemente do pacote Serviço Urbano Básico, objetiva o levantamento cadastral de informações úteis ao processo de arrecadação de tributos, e o principal deles é o IPTU. Com as informações coletadas, pode-se envolver todo o processo de cálculo até a própria cobrança do imposto diretamente à população.

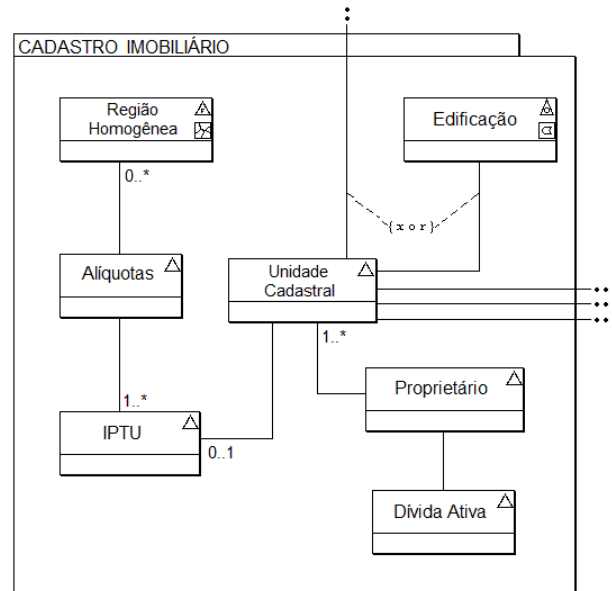


Fig. 17 - Diagrama de Classes do Pacote CADASTRO IMOBILIÁRIO.

Na TABELA 2, pode-se observar a relação existente entre as classes de diferentes pacotes, ou seja, qual classe de cada pacote se relaciona com qual classe de outro pacote.

TABELA 2 – INTER-RELAÇÃO ENTRE CLASSES DE DIFERENTES PACOTES.

Pacote	Classe	Relação	Classe	Pacote
MUB	Município	(1..1)__(0..*)	Curso D'Água	Hidrografia Básica
MUB	Seção de Logradouro	(1..1)__(0..1)	Vigilância	Segurança Pública
MUB	Seção de Logradouro	(0..*)__(1..1)	Trecho de Circulação	Transporte Urbano B.
MUB	Seção de Logradouro	(1..1)__(0..1)	Infra-Estrutura	Serviço U. Básico
MUB	Lote	(1..1)__(1..1)	Unidade Cadastral	Cadastro Imobiliário
Educação	Unidade Educacional	(0..1)__(1..1)	Unidade Cadastral	Cadastro Imobiliário
Saúde Pública	Unidade de Saúde	(0..1)__(1..1)	Unidade Cadastral	Cadastro Imobiliário
Segurança Pública	Unidade Policial	(0..1)__(1..1)	Unidade Cadastral	Cadastro Imobiliário

O projeto em sua íntegra e toda a modelagem do BDG, com seus pacotes e subpacotes, suas classes e principalmente seus atributos, podem ser encontrados

com mais detalhes em (GONÇALVES, 2008, pág. 68).

Após a conclusão da modelagem conceitual do BDG, o passo seguinte seria a geração do banco de dados, ou seja, suas classes/tabelas juntamente com seus atributos/colunas. Através da ferramenta CASE utilizada neste trabalho, a ArgoCASEGEO, a geração do banco se dá de forma simples e direta, visto a capacidade da ferramenta em criá-lo.

O banco poderá ser gerado no modelo *TerraLib* ou em diversos softwares apropriados para este tipo de tarefa, além de possibilitar a geração de *Scripts* na plataforma *Oracle Spatial*.

A *TerraLib* é um projeto de software livre que permite o trabalho colaborativo entre a comunidade de desenvolvimento de aplicações geográficas, sendo uma biblioteca de classes escritas em C++ para a construção de aplicativos de SIG (VINHAS & FERREIRA, 2005).

O *Oracle Spatial* é um SGBD comercial com extensão para dados geográficos e segundo Ferreira *et al.* (2002), ele é uma extensão espacial do SGBD *Oracle*, que utiliza seu modelo objeto-relacional. Esta extensão contém um conjunto de funcionalidades e procedimentos que permite armazenar, acessar e analisar dados espaciais em um banco de dados *Oracle*.

A ferramenta CASE também permite a geração direta dos arquivos no formato *Shapefile*, que poderão armazenar informações e dados espaciais para o BDG.

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma proposta geral de como pode ser modelado um BDG que unia tipos de informações diferentes para a aplicação direta no CTM, permitindo-se assim que novos desafios fossem lançados com relação à multifinalidade cadastral.

Num primeiro momento, buscou-se definir quais as multifinalidades do cadastro seriam incorporadas no esquema do banco de dados, a fim de criar seus diagramas de classes distribuídos em pacotes que serviram para separar cada finalidade específica. Assim, apresentou-se a modelagem conceitual de um BDG para que atenda a municípios de pequeno e até médio porte, que possuam características semelhantes, a fim de aplicar em diversas áreas de ação municipal, como as áreas de: Educação, Hidrografia, Saúde, Segurança, Transporte e Tributação.

Com essa modelagem conceitual bem consolidada, torna-se possível reaplicar esses módulos ao cadastramento de diferentes municípios, sem que haja grande esforço com alterações no esquema, já que buscou-se sempre ser o mais genérico possível.

O projeto pode colaborar também com a padronização de esquemas de BDG com vistas à informatização do CTM, contribuindo para a criação de candidatas a futuros padrões de análise para esta área da engenharia, que é o cadastro municipal.

Como trabalhos futuros, há a possível expansão do esquema, incorporando outras áreas relacionadas ao cadastro como, por exemplo, a exploração econômica do município, com turismo, o

tratamento de assuntos ambientais como a qualidade da água, aspectos de natalidade da população, dentre outros.

## AGRADECIMENTOS

Este projeto foi parcialmente financiado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A. *et al.* **Cadastro Técnico Multifinalitário via internet: um importante instrumento de apoio ao planejamento municipal.** Revista Brasileira de Cartografia, ISSN 1808-0936 – Rio de Janeiro, n° 60/02, agosto, 2008.

BÉDARD, Y.; LARRIVÉE, S. Modeling with Pictogrammic Languages. In: SHEKHAR, S.; XIONG, H. (Eds.). **Encyclopedia of GIS.** Germany: Springer-Verlag, 2008. p. 716-725.

BORGES, K. A. V.; DAVIS Jr., C. A.; LAENDER, A. H. F. OMT-G: An Object-Oriented Data Model for Geographic Applications. **GeoInformatica**, v.5, n.3, p. 221-260, 2001.

CÂMARA, G. **Bancos de Dados Geográficos. Cap.1 – Representação Computacional de Dados Geográficos.** Ed. Mundo Geo. Curitiba – PR, 2005. 506p.

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos.** 1995. Tese (Dr em Computação Aplicada). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos – SP, Brasil. 1995.

CARNEIRO, A.F.T. **Cadastro Imobiliário e Registro de Imóveis.** IRIB, Instituto de Registro Imobiliário no Brasil. Ed. safe. Porto Alegre – RS. 2003.

ELMASRI, R. & NAVATHE, S.B. **Sistemas de Banco de Dados.** 4ª ed. São Paulo: Pearson, 2005.

FERREIRA, K.R. *et al.* **Arquitetura de software para construção de bancos de dados geográficos com SGBD Objeto-Relacionais.** Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/paper\\_sbbd2002.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/paper_sbbd2002.pdf). Acesso: 15/jan/2008.

FIG – Federação Internacional dos Geômetras. **Declaração sobre Cadastro,** 1995. Disponível em: [http://www.fig.net/commission7/reports/cadastre/statement\\_on\\_cadastre.html](http://www.fig.net/commission7/reports/cadastre/statement_on_cadastre.html), acesso em: 20/ago/2007.

GOODCHILD, M. F.; YUAN, M.; COVA, T. J. Towards a general theory of geographic representation in GIS. **International Journal of Geographic Information Science**, v. 21, n. 3, p. 239-260. 2007.

- GONÇALVES, R.P. **Modelagem Conceitual de Bancos de Dados Geográficos para Cadastro Técnico Multifinalitário em Municípios de Pequeno e Médio Porte**. 2008. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Área de concentração: Informações Espaciais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG, Brasil, 2008. Disponível em: [www.ufv.br/dec/eam/dissertacao.html](http://www.ufv.br/dec/eam/dissertacao.html). Acesso: 16/jan/2009.
- GONÇALVES, R.P. *et al.* **Proposta de coleta eficiente de dados para o Cadastro Técnico Multifinalitário**. II SIMGEO (Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação), Recife - PE. 2008.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso: 2/nov/07.
- KAUFMANN, J. & STEUDLER, D. **Cadastre 2014: a Vision for a Future Cadastral System**. Suíça, 1998.
- LISBOA FILHO, J. **Projeto Conceitual de Banco de Dados Geográficos através da Reutilização de Esquemas, utilizando Padrões de Análise e framework Conceitual**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 212 f.(Doutorado em Ciência da Computação).
- LISBOA FILHO, J., IOCHPE, C. **Modeling with a UML profile**. In: Shekhar, S.; Xiong, H. (Eds.). **Encyclopedia of GIS**. Germany: Springer-Verlag, 2008. p. 691-700.
- LISBOA FILHO, J., *et al.* **A CASE tool for geographic database design supporting analysis patterns**. Workshop on Conceptual Modeling for Geographic Information Systems (CoMoGIS), Xangai, China. 2004.
- LISBOA FILHO, J., *et al.* **Analysis patterns for GIS data schema reuse on urban management applications**. CLEI Electronic Journal, v.5, n.2, p.1-15, 2002.
- PARENT, C.; SPACCAPIETRA, S.; ZIMÁNYI, E. Modeling and Multiple Perceptions. In: Shekhar, S.; Xiong, H. (Eds.). **Encyclopedia of GIS**. Germany: Springer-Verlag, 2008. p.682-690.
- SILBERSCHATZ, A., *et al.*, **Sistema de Banco de Dados**. 3ª Edição. Ed. Makron Books. Pearson Education do Brasil. São Paulo – SP. 1999. 778p.
- THE BOGOR DECLARATION. **United Nations Interregional Meeting of Experts on the Cadastre**. Bogor, Indonésia, 1996. 12 p.
- VINHAS, L. & FERREIRA, K.R. **Bancos de Dados Geográficos. Cap.12 – Descrição da TerraLib**. Curitiba – PR, 2005. Ed. Mundo Geo, 506p.
- WILLIAMSON, I. P. **The Cadastral “Tool Box” – A Framework for Reform**. In: FIG INTERNATIONAL CONGRESS, 22. Washington, DC, EUA. **Anais eletrônicos**. 2002.