

# Reutilização de Esquema de Banco de Dados em Aplicações de Gestão Urbana<sup>1</sup>

## Jugurta Lisboa Filho<sup>2</sup>

*Professor Adjunto do Departamento de Informática da  
Universidade Federal de Viçosa  
Doutor em Ciência da Computação pela UFRGS  
Áreas de interesse: Sistemas de Banco de Dados e  
Sistemas de Informação Geográfica*

## Cirano Iochpe<sup>3</sup>

*Professor Adjunto do Instituto de Informática da Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul  
Doutor em Ciência da Computação pela Universität Karlsruhe,  
República Federal da Alemanha  
Áreas de interesse: Banco de Dados, Sistemas de Informação  
Geográfica e Sistemas de Workflow*

## Karla Albuquerque de Vasconcelos Borges<sup>4</sup>

*Analista de Informática da PRODABEL  
Doutoranda em Ciência da Computação pela UFMG  
Mestre em Administração Pública: Sistemas e Gestão pela  
Fundação João Pinheiro  
Áreas de interesse: Sistemas de Informação Geográfica,  
Banco de Dados e Gestão Urbana*

## PALAVRAS-CHAVE

Padrões de análise – SIG – Modelo conceitual – Reutilização

### RESUMO

Um padrão de análise é qualquer parte de uma especificação de requisitos que se origina em um projeto e pode ser reutilizada em outros projetos de sistema de informação. Sistemas de gestão urbana (ex.: sistemas de informação urbana, parcelamento do solo, con-

---

<sup>1</sup>Artigo originalmente apresentado no *Latin American Conference on Pattern Languages of Programming (Sugar LoafPLOP)*, realizado de 3 a 5 de outubro de 2001, Rio de Janeiro. A ser publicado como Relatório Técnico da UERJ.

<sup>2</sup> E-mail: jugurta@dpi.ufv.br

<sup>3</sup> E-mail: ciochpe@inf.ufrgs.br

<sup>4</sup> E-mail: karla@pbh.gov.br

trole de tributos municipais, sistema de transporte, sistema de saúde) possuem a característica de serem implementados de forma muito semelhante em diferentes municípios. O artigo propõe três padrões de análise que ilustram a possibilidade de reutilização de esquemas de banco de dados em aplicações da área de gestão urbana, desenvolvidos com o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

## **1. INTRODUÇÃO**

O sucesso do desenvolvimento de grandes sistemas de informação tem como um de seus pontos chave a representação, de forma não ambígua, dos resultados da análise de requisitos e do projeto através do uso de formalismos bem conhecidos. Experiências têm demonstrado que as etapas de análise de requisitos e projeto conceitual do banco de dados são atividades complexas e que demandam muito tempo. Segundo Johannesson [13], uma das razões para isso é que o conhecimento do domínio da aplicação e o levantamento dos requisitos do sistema são feitos, quase sempre desde o início, para cada novo sistema sendo desenvolvido.

Aplicações baseadas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), embora apresentem alguns requisitos especiais (ex.: manipulação de dados referenciados geograficamente), devem ser desenvolvidas utilizando-se técnicas que são empregadas com sucesso no desenvolvimento de qualquer sistema de informação. Uma das técnicas que vem recebendo atenção especial, principalmente pela comunidade de projetistas de sistemas orientados a objetos, é o emprego de instrumentos que possibilitem a reutilização de componentes de software através da definição de padrões.

Um padrão é uma combinação recorrente de elementos de modelagem que ocorrem em algum contexto [6]. Padrões podem ser aplicados nas diversas etapas do desenvolvimento de software, recebendo, conseqüentemente, diferentes denominações como padrões de análise, padrões de projeto, padrões de arquitetura, idiomas (padrões de implementação), etc.

A reutilização de componentes de software vem sendo feita, embora informalmente, desde a implementação dos primeiros programas de computador. O uso do conceito de padrões de projeto na área da Ciência da Computação é, contudo, bem mais recente [10]. O emprego de padrões na área de desenvolvimento de software contribui para aumentar a reusabilidade e a qualidade de componentes de software. Padrões de projeto possibilitam a disseminação do conhecimento e a troca de experiências entre projetistas, bem como facilitam a comunicação entre diferentes membros de um projeto [20].

Padrões de análise têm sido propostos como instrumentos para a reutilização de soluções durante as fases de análise de requisitos e modelagem conceitual do banco de dados [6], [9], [12], [13], [19] e [20].

Um padrão de análise é qualquer parte de uma especificação de requisitos que se origina em um projeto e pode ser reutilizada em diversos projetos [20]. Padrões de análise possibilitam a reutilização de soluções de análise em diferentes sistemas. Alguns padrões são menos genéricos e podem ser reutilizados em diferentes aplicações dentro de um mesmo domínio, enquanto outros padrões podem ser aplicados em diferentes domínios. Como exemplos de padrões de análise, específicos para um domínio, pode-se citar os padrões para aplicações na área de seguradoras [20] e os padrões para aplicações na área bancária [17]. Dentre os exemplos de padrões mais genéricos estão o padrão para reservas e locação de entidades reutilizáveis (ex.: reserva de quarto de hotel, reserva para aluguel de automóvel) [7], os padrões *Observações* e *Medidas* [9] e os padrões *Contratos* e *Documentos* [12].

Uma comparação dos diversos tipos de padrões existentes pode ser encontrada em [3]. Segundo Fernandez [8], dentre os motivos que diferenciam os padrões de análise dos padrões de projeto, pode-se citar:

- padrões de análise são dependentes da aplicação, pois sua semântica descreve aspectos específicos de algum domínio ou aplicação;
- padrões de projeto estão mais próximos da implementação por focar, principalmente, os aspectos típicos de projeto como, por exemplo, interfaces homem-máquina, criação de objetos, propriedades estruturais básicas;
- padrões de projeto podem ser aplicados a um número maior de aplicações. Por exemplo, a maioria das aplicações possui interface homem-máquina.

Uma particularidade das aplicações de SIG é que, normalmente, os dados manipulados por essas aplicações possuem um forte relacionamento entre si, devido a esses dados retratarem fenômenos geográficos que ocorrem sobre uma mesma região geográfica. Por exemplo, muitos dados espaciais (ex.: dados temáticos) são derivados ou utilizam dados básicos (ex.: dados topográficos) para ser representados. O conjunto de tipos de dados que compõe, normalmente, a base cartográfica para uma determinada aplicação de SIG possui uma estrutura conceitual muito parecida para a maioria das aplicações. Essa particularidade torna as aplicações de SIG fortes candidatas a se beneficiarem da reutilização de projetos de bancos de dados já existentes [14], como já vem ocorrendo com o compartilhamento de dados geoespaciais em meio digital [21].

O artigo propõe três padrões de análise, aplicáveis às etapas de análise e modelagem conceitual de banco de dados geográficos na área de gestão urbana. O restante do artigo está organizado como segue. A Seção 2 descreve a abordagem UML-GeoFrame, usada na modelagem conceitual de aplicações de SIG. A Seção 3 descreve os padrões de análise identificados em aplicações na área de gestão urbana. A Seção 4 descreve as conclusões finais e as perspectivas de trabalhos futuros.

## 2. MODELO CONCEITUAL PARA BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS

Compõem uma série de requisitos de modelagem (ex.: fenômenos geográficos x objetos convencionais, visão de campo x visão de objetos, aspectos espaciais, múltiplas representações, aspectos temáticos, etc.), os quais são representados através de modelos conceituais próprios para essas aplicações [16].

Em [15], mostrou-se a adequação da abordagem UML-GeoFrame para especificação de padrões de análise para aplicações de SIG. Esta abordagem tem como base o modelo de classes da Linguagem UML-*Unified Modeling Language* [1], sendo que a modelagem dos requisitos da informação geográfica é feita através de estereótipos definidos no *framework* GeoFrame [15].

O GeoFrame é um *framework* conceitual que serve de base para a modelagem de aplicações de SIG, fornecendo um diagrama de classes a partir das quais as classes do domínio da aplicação são modeladas (especializadas). Para possibilitar a obtenção de esquemas de dados de fácil entendimento por parte de usuários leigos, o GeoFrame fornece um conjunto de estereótipos, ilustrado na Figura 1, cuja semântica é a de substituição de relacionamentos entre as classes da aplicação e as classes do GeoFrame.

Na Figura 1, o primeiro conjunto de estereótipos é usado para diferenciar os dois principais tipos de objetos pertencentes a um banco de dados geográficos. *Fenômeno geográfico* é especializado em *Objeto geográfico* [△] e *Campo geográfico* [▲], segundo as duas formas de percepção dos fenômenos geográficos descritas por Goodchild [11]. Objetos não-geográficos, ou convencionais, são modelados de forma tradicional, sendo identificados pelo estereótipo [△].

Fenômeno geográfico e Objeto convencional	Componente espacial de objetos geográficos	Componente espacial de campos geográficos
△ Objeto geográfico	● Ponto	●●●● Pontos irregulares
▲ Campo geográfico	▬ Linha	●●●● Grade de pontos
△ Objeto não-geográfico	□ Polígono	▭ Polígonos adjacentes
	* Obj. espacial complexo	⊞ Isolinhas
<<função>> função categórica		⊞ Grade de células ⊞ TIN

Figura 1 – Estereótipos do *framework* GeoFrame

O segundo e o terceiro conjunto de estereótipos são usados para a modelagem do componente espacial de fenômenos segundo as visões de objeto e de campo, respectivamente. A ocorrência de múltiplas representações é especificada combinando-se dois ou mais estereótipos. Por exemplo, uma classe *Município* pode ter duas formas de abstração de seu componente espacial, pontual e/ou poligonal, sendo especificado como [●□].

Por último, o estereótipo <<função>> é usado para caracterizar um tipo especial de associação que ocorre quando da modelagem de funções categóricas. Segundo Chrisman [4], numa estrutura de cobertura categórica o espaço é classificado em categorias mutuamente exclusivas, ou seja, uma variável possui um valor do tipo categoria em todos os pontos dentro de uma região (ex.: tipos de solos).

### **3. PADRÕES DE ANÁLISE EM APLICAÇÕES URBANAS**

Sistemas de geoprocessamento, mais especificamente os SIG, são usados em diversas áreas como Meio Ambiente, Telecomunicações, Negócios e Marketing, Monitoramento de Frotas, Administração Pública, entre outras. Em cada uma dessas áreas de aplicação é necessário criar um modelo de análise específico para o universo a ser trabalhado, de tal forma que os objetos observados possam estar relacionados com uma determinada região geográfica.

Na área de gestão urbana, a região de interesse corresponde a uma cidade, a qual é formada pelo ambiente natural e construído, possui traçado viário, construções, áreas livres, vegetação, clima, sua população, etc.

A cidade é um organismo vivo, mutante e dinâmico, onde existem contrastes profundos que necessitam ser administrados em prol da qualidade de vida de sua população [2]. Sistemas tradicionais de representação, como os mapas, são estáticos mesmo que produzidos por meio de computador (sistemas de CAD), pois representam situações existentes no momento em que foram produzidos. Um SIG possibilita dinamizar os mapas, mantendo o registro da evolução da realidade, com base em dados coletados a partir de tarefas administrativas. Para tanto, a gestão necessita ver a cidade como um todo. Independentemente das diferentes visões e atuações sobre a cidade, ela é única e sensível à condição temporal [2].

A necessidade de gerenciar o município de forma integrada e a preocupação com a qualidade de vida urbana têm levado as prefeituras a se interessarem cada vez mais pelo uso de SIG [2]. No entanto, o primeiro desafio é obter recursos humanos com capacidade para projetar, implantar e manter os sistemas de gestão utilizando a tecnologia de SIG. A dificuldade é ainda maior quando o problema é transferido para prefeituras de porte médio ou pequeno.

Através da experiência adquirida pelos autores no desenvolvimento de aplicações de gestão urbana, a primeira característica que se observa é o grande potencial de reusabilidade das soluções adotadas, seja por diferentes órgãos de uma mesma administração, seja por diferentes prefeituras. Padrões de análise provêm um mecanismo altamente considerável na redução dessas dificuldades, uma vez que: (1) possibilitam que um projetista menos experiente reutilize conhecimentos já testados e validados anteriormente; (2) na gestão urbana, o ambiente básico que compõe a base cartográfica digital (ex.: ruas, quadras, lotes e bairros) pode ser reutilizado por diversas aplicações.

A seguir, são apresentados três padrões de análise, identificados a partir da análise de esquemas conceituais de diversos bancos de dados em aplicações de gestão urbana. Por questões de simplificação são apresentados apenas os atributos e operações essenciais em cada exemplo.

Para a especificação dos padrões optou-se pela estrutura definida por Meszaros [18], na qual a descrição de um padrão deve conter, no mínimo, os seguintes itens: *Problema-Contexto-Forças-Solução*.

### 3.1 Padrão: Malha Viária Urbana

#### Problema

Quais os elementos pertencentes à malha viária de uma cidade?

#### Contexto

No Brasil, praticamente todas as cidades apresentam um mesmo padrão de organização, no qual são estruturadas com base em suas vias de locomoção (ex.: ruas, avenidas, travessas). O conjunto de trechos de vias e seus cruzamentos formam uma rede viária urbana.

#### Forças

- Cada via de locomoção, considerada uma instância de logradouro, deve possuir um código de identificação e um nome, além de estar, normalmente, dividida em diversos trechos.
- Um trecho de logradouro corresponde ao segmento de via compreendido entre duas conexões, em seqüência, deste com outros logradouros que o cruzam ou interceptam.
- O conjunto formado pelas conexões (ou pontos terminais) e pelos trechos de logradouros constituem a malha viária urbana.

#### Solução

A Figura 2 mostra o diagrama de classes pertencente ao padrão.

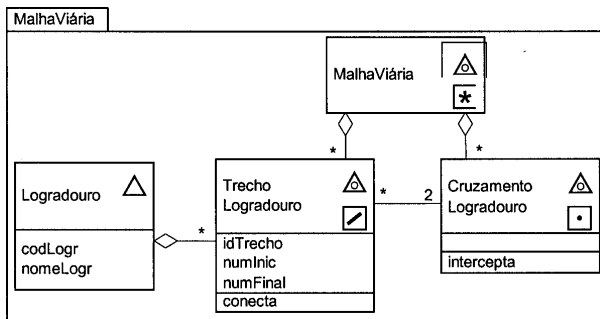


Figura 2 – Diagrama de classes do padrão “Malha Viária Urbana”

Para cada fenômeno geográfico, o padrão especifica apenas as propriedades (atributos e operações) mais genéricas, as quais devem ser estendidas e especializadas para cada aplicação específica. Conseqüentemente, são especificadas as possíveis abstrações de seus componentes espaciais. Por exemplo, o componente espacial da classe *TrechoLogradouro* é especificado como sendo linear [Z].

### ***Participantes***

A classe *MalhaViária* é um fenômeno geográfico representado por um objeto espacial complexo, o que é simbolizado por [\*]. Nessa classe podem ser definidos atributos relativos à rede como um todo. *Logradouro* é uma classe convencional implementada, normalmente, como uma tabela em um SGBD relacional. Cada logradouro é composto de diversos trechos de logradouros, que correspondem às arestas da rede. Um trecho de logradouro pode estar conectado a outros trechos de logradouros, mas essa conexão é representada por instâncias da classe *CruzamentoLogradouro*, que são os nós da rede. As operações de manipulação dos elementos da rede podem ser implementadas como métodos das classes *MalhaViária*, *TrechoLogradouro* e *CruzamentoLogradouro*, dependendo de sua funcionalidade.

### ***Padrões relacionados***

O padrão de análise *Malha Viária Urbana* utiliza o padrão “State Across a Collection” [5] na modelagem dos fenômenos *Logradouro* e *Trecho de Logradouro*. Além disso, pode-se abstrair um novo padrão de projeto que modele uma estrutura de uma rede qualquer, composta de arcos e nós, cuja topologia entre seus elementos seja mantida a fim de possibilitar a realização de operações comuns a estruturas de redes como cálculo do caminho ótimo (necessita de pesos para cada arco), navegação através da rede, distância entre dois nós, etc.

## ***3.2 Padrão: Rede de Circulação Viária Urbana***

### ***Problema***

Como modelar os elementos de uma rede de circulação viária urbana?

### ***Contexto***

A circulação de veículos em uma cidade é realizada sobre a malha viária urbana. A rede de circulação viária fornece o sentido do tráfego, enquanto a malha viária fornece a estrutura de vias. Algumas vias de locomoção possuem sentido único e outras sentido duplo. Cada trecho é classificado de acordo com sua importância para o sistema viário como, por exemplo, se é uma via coletora, de ligação regional ou uma via local (diversas aplicações fazem uso dessas informações).

## Forças

- Cada trecho de circulação, que pode compreender vários trechos de logradouro, possui informações sobre o sentido permitido para tráfego de veículos.
- Alguns trechos não permitem circulação de veículos (ex.: ruas de pedestres).

## Solução

A Figura 3 ilustra o diagrama de classes do padrão. Uma rede de circulação viária sobrepõe a rede da malha viária, dessa forma o padrão *Rede de Circulação Viária Urbana* estende o padrão *Malha Viária Urbana*, descrito na seção anterior.

## Participantes

Da mesma forma que no padrão *Malha Viária Urbana*, a classe *RedeDeCirculaçãoViária* possui representação espacial complexa, formada pela representação de trechos e nós de conversão. Operações envolvendo toda a rede são definidas como métodos desta classe. Cada trecho de circulação pode estar associado a vários trechos de logradouros, significando a sobreposição de uma rede mais compacta sobre uma rede mais completa. Por outro lado, nem todo trecho de logradouro faz parte de um trecho de circulação, como ocorre com as vias de pedestre. Da mesma forma, há cruzamentos de logradouros que podem não ser, necessariamente, um nó de conversão. De acordo com a aplicação, um trecho de circulação pode ser especializado de diferentes formas. No contexto dos sistemas viários é comum aparecer a classificação dos trechos de circulação quanto ao tráfego e tamanho da via (ex.: via arterial, coletora, ligação regional e local).

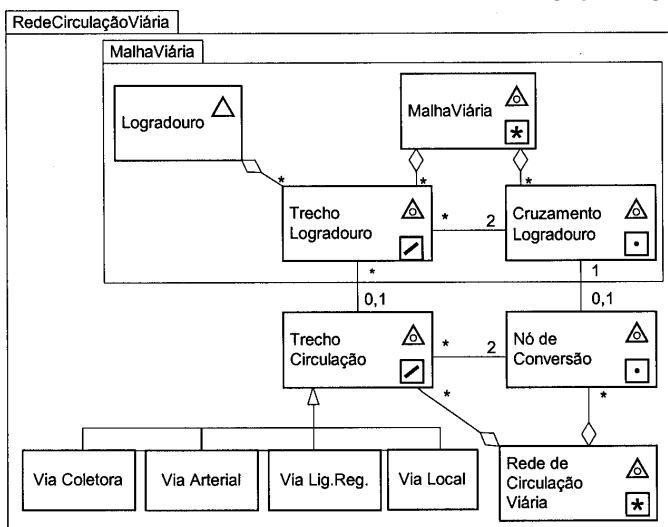


Figura 3 – Diagrama de classes do padrão “Rede de Circulação Viária Urbana”

**Padrões relacionados**

O padrão *Rede de Circulação Viária Urbana* tem como base o padrão *Malha Viária Urbana*.

**Exemplo**

Um sistema de itinerário de ônibus necessita da existência da circulação viária que, por sua vez, está sobre a malha viária, embora a malha viária também possa ser usada para outros fins. A Figura 4, extraída do esquema conceitual do banco de dados do sistema de transporte urbano da cidade de Belo Horizonte, ilustra o uso do padrão *Rede de Circulação Viária Urbana*.

Observa-se a reutilização de toda a modelagem referente aos temas *Malha Viária* e *Rede de Circulação Viária*. O projetista necessita modelar somente a parte do sistema relativa à sua aplicação, ou seja, o sistema de transporte de ônibus urbano. Outros exemplos de uso desse padrão de análise incluem os sistemas de roteamento de veículos para atendimento de emergência (ex.: ambulâncias, policiamento, corpo de bombeiros) e roteamento para entrega de mercadorias.

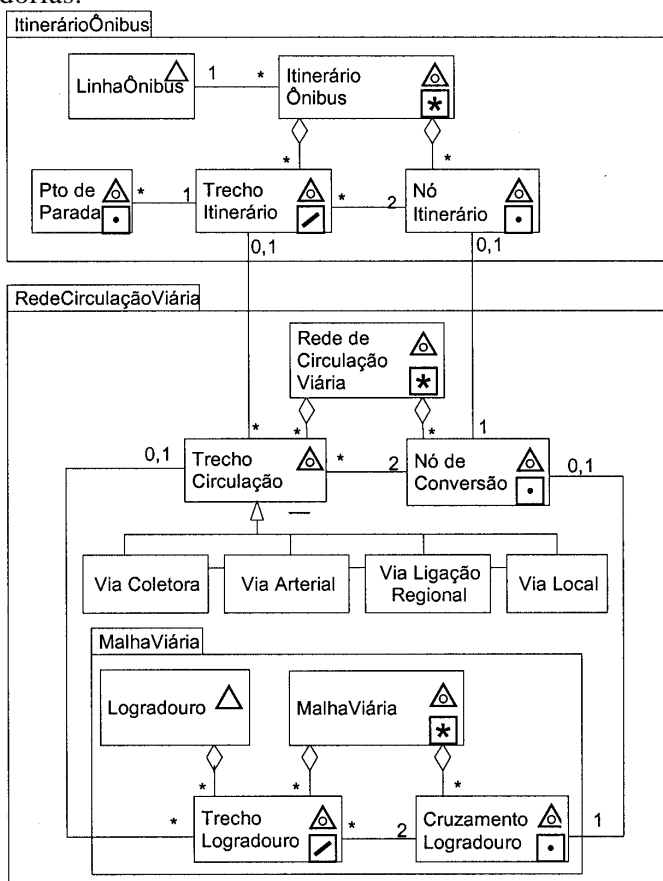


Figura 4 – Exemplo de uso dos padrões “Malha Viária Urbana” e “Rede de Circulação Viária Urbana”

### **3.3 Padrão: Loteamento Urbano**

#### **Problema**

Como estruturar os dados de uma base cadastral urbana?

#### **Contexto**

O ponto de partida para qualquer aplicação de SIG, que tenha uma cidade como área geográfica de interesse, é a elaboração da base cartográfica digital, integrada a um cadastro multifinalitário. Essas duas bases de dados são utilizadas por aplicações diversas como atendimentos de urgência (ex.: ambulância, bombeiros, segurança pública), controle de matrícula em escolas públicas, distribuição de postos de saúde, arrecadação de tributos, redes de infra-estrutura (ex.: água, esgoto, luz, telefonia), etc. Essas aplicações necessitam de informações como traçado viário, localização de bairros, quadras, lotes e, em alguns casos, até mesmo informações precisas sobre os limites das construções dentro de cada lote.

#### **Forças**

- O nível de detalhe da base cadastral depende da existência de dados digitais espaciais para a cidade sendo modelada. Nem sempre é viável financeiramente obter a base cadastral na escala pretendida. Quanto maior a escala original, maior os custos de obtenção e maior os problemas de manutenção dos dados.
- Dependendo do porte do município, diferentes tipos de divisões são empregados. Os tipos mais comuns incluem divisões administrativas e bairros.
- O conceito de bairro não é único para todas as cidades. Por exemplo, uma quadra pode não pertencer, necessariamente, a um único bairro. Em algumas cidades os limites de um bairro podem cortar até mesmo um lote.
- Um lote deve possuir dois tipos de representação espacial: a representação de seus limites e a representação correspondente à frente do lote, também conhecida por “testada do lote”. O mesmo pode ocorrer com as quadras na representação de “faces de quadra”.

#### **Solução**

A Figura 5 mostra o diagrama de classes que compõe o padrão.

#### **Participantes**

A classe DivisãoAdministrativa pode ser especializada em outras subdivisões municipais (ex.: setores censitários, zonas de coleta de lixo, zonas de policiamento). A cidade, ou sede municipal, corresponde a um distrito.

A classe Bairro está associada à classe Quadra, através de uma multiplicidade “um-para-muitos”, mas esta associação deve ser adaptada a cada situação específica. Em alguns municípios o limite de um bairro pode não respeitar os limites das quadras, nesse caso a multiplicidade seria “muitos-para-muitos”, o que implica em uma situação não desejada.

Outra variação que pode ocorrer diz respeito à forma de associar o lote ou a quadra com o trecho de logradouro. Na solução apresentada, por exemplo, o trecho de logradouro está associado à testada do lote. No entanto, o lote poderia estar associado diretamente ao trecho de logradouro. Em situações nas quais o maior nível de detalhe são as quadras, o trecho de logradouro estaria associado à face de quadra.

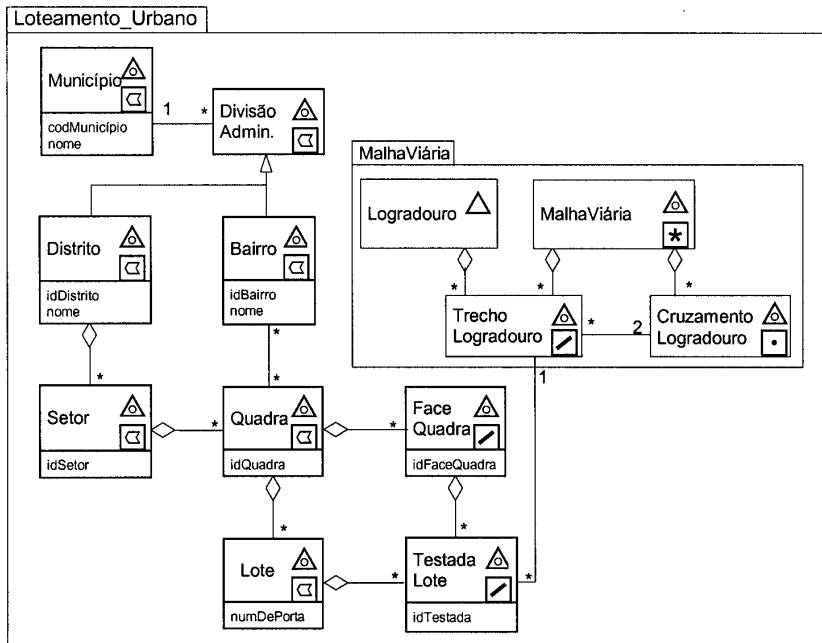


Figura 5 – Diagrama de classes do padrão “Loteamento Urbano”

### Padrões relacionados

Malha Viária Urbana.

### Exemplo

O uso do padrão *Loteamento Urbano* pode ser visto na Figura 6, a qual ilustra um sistema de cadastro urbano para fins de tributação do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

No exemplo, um lote edificado pode possuir diversas edificações (ex.: um condomínio com vários edifícios, um shopping center). Cada edificação pode ser composta de diversas unidades edificadas (ex.: apartamentos, lojas). Tanto as unidades edificadas como os lotes territoriais (não edificados) constitu-

em unidades para fins de tributação, modelado pela classe Imóvel IPTU, o qual pode estar associado, normalmente, a um proprietário principal. Foram incluídos apenas os atributos mais comuns, uma vez que a necessidade de atributos depende dos objetivos do sistema. O padrão “Party” [9] é empregado na modelagem dos diferentes tipos de lotes e nos diferentes tipos de proprietários.

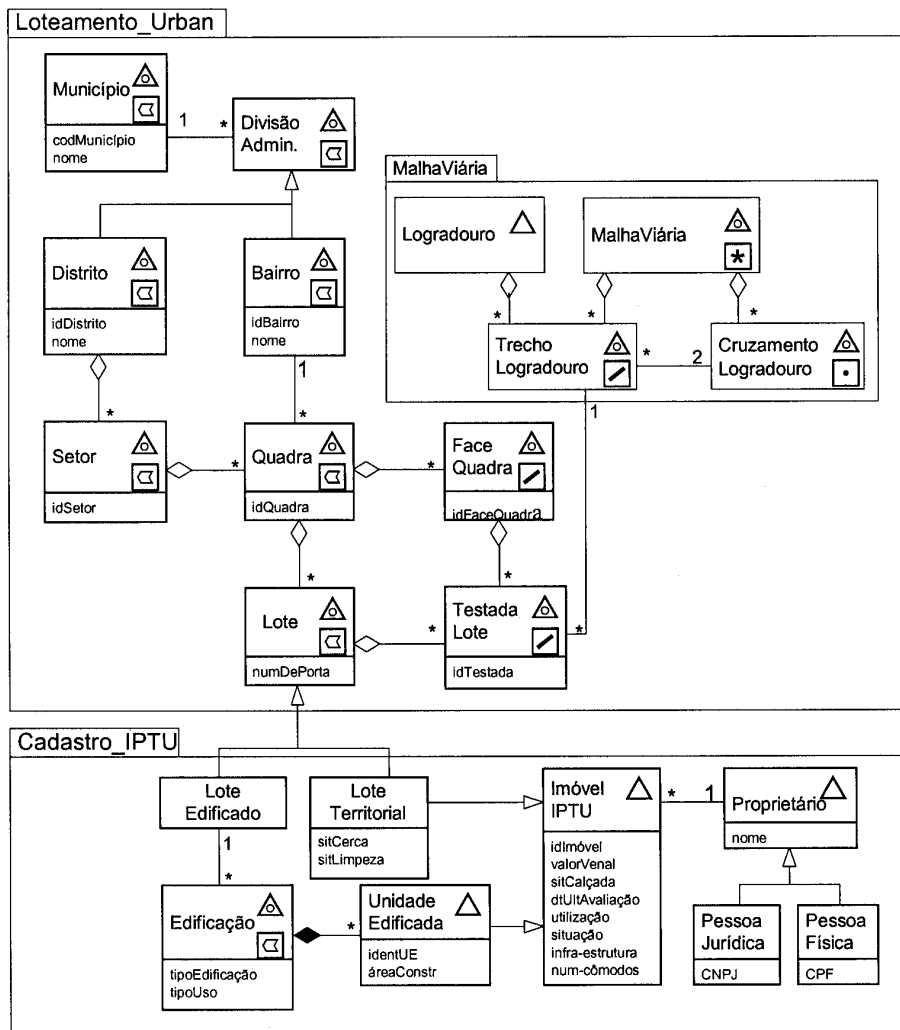


Figura 6 – Exemplos de uso do padrão “Loteamento Urbano”

O exemplo também serve para ilustrar a situação em que, embora não seja possível para uma prefeitura reutilizar dados georreferenciados de outro município, com exceção de dados regionais, é muito provável que o projeto do banco de dados desenvolvido por uma prefeitura possa ser reutilizado em grande parte por outras prefeituras. Isso ocorre devido à semelhança de legislação entre os municípios brasileiros.

## **4. CONCLUSÕES**

Como se pode observar, a partir dos padrões de análise apresentados neste artigo, padrões de análise não são soluções completas. Padrões descrevem orientações, projetos iniciais e propostas de solução para problemas recorrentes. Padrões de análise necessitam ser adaptados em cada caso específico de reutilização.

A abordagem de padrões de análise apresenta grande potencial para melhorar a qualidade das aplicações de gestão municipal usando SIG, bem como para reduzir o tempo e, conseqüentemente, os custos das etapas de análise de requisitos e modelagem conceitual do banco de dados.

Entretanto, para o sucesso desta abordagem é necessário criar a cultura da cooperação entre os desenvolvedores de sistema. Por exemplo, muitos usuários reutilizam dados georreferenciados obtidos de terceiros, mas não disponibilizam seus próprios dados [21]. Reutilizar uma boa solução documentada por outro projetista é uma idéia muito atraente, mas é necessário que todos contribuam com a abordagem de reutilização, documentando suas soluções, por exemplo, na forma de padrões de análise.

Um padrão de análise não necessita apresentar uma solução original. Pelo contrário, padrões devem documentar soluções já testadas e validadas, pois são soluções para problemas recorrentes. Soluções para problemas únicos não necessitam ser documentadas na forma de padrões, pois provavelmente não necessitarão ser reutilizadas. Assim, a evolução da documentação de um padrão, a partir da contribuição de outros projetistas que o tenham reutilizado, deveria ser decorrência natural de seu uso. Os padrões de análise descritos neste artigo podem e devem ser melhorados. Contribuições, comentários e críticas são bem-vindos.

Como continuidade deste trabalho, está prevista a investigação de alternativas para disponibilização dos padrões de análise existentes (para banco de dados geográficos) e, também, o estudo de aplicações de SIG em diferentes domínios (ex.: redes de infra-estrutura, aplicações ambientais), com o objetivo de captura e documentação de novos padrões. O desenvolvimento de ferramentas para suporte à busca por padrões existentes tem sido pesquisado [22]. Encontra-se em desenvolvimento no Departamento de Informática da UFV um projeto de pesquisa que visa à implementação de uma ferramenta CASE para suporte à modelagem conceitual de banco de dados geográfico, com base no modelo UML-GeoFrame, a qual também dará suporte à reutilização de esquemas de banco de dados por meio de padrões de análise.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem as contribuições feitas por Rosana Teresinha Vaccare Braga, as quais possibilitaram melhorar muito os padrões de análise aqui descritos. Trabalho financiado parcialmente pela FAPEMIG e pelo CNPq.

## **KEYWORDS**

*Analysis patterns – GIS – Conceptual model – Reuse*

## **ABSTRACT**

*An analysis pattern is any part of a requirement analysis specification that can be reused in the design of other information systems as well. Urban management systems (e.g. tax control systems, urban transportation system) are implemented in a similar way for many municipalities. This paper proposes three analysis patterns that make possible the reuse of geographic database design for urban area planning and management applications, developed in Geographic Information System (GIS).*

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Booch, G.; Jacobson, I.; Rumbaugh, J. *The Unified Modeling Language User Guide*. Reading: Addison-Wesley, 1998.
2. Borges, K. A. V. A gestão urbana e as tecnologias de informação e comunicação. *Revista IP-Informática Pública*, Belo Horizonte, v.1.2, n.2, 2000.
3. Buschmann, F. et al. *Pattern-Oriented Software Architecture: a system of patterns*. New York: John Wiley & Sons, 1996.
4. Chrisman, N. *Exploring Geographic Information Systems*. NY: J. Wiley & Sons, 1997.
5. Coad, P. *Object Models: Strategies, Patterns, and Applications*. 2. ed. New Jersey: Yourdon Press, 1997.
6. Fernandez, E. B. Building systems using analysis patterns. *Procs. of Int. Software Architecture Workshop (ISAW3)*, 1998.
7. Fernandez, E. B.; Yuan, X. An analysis pattern for reservation and use of reusable entities. *Procs. of Workshop in the Conference of Pattern Language of Programs - Plop*, 1999. Available at <http://st-www.cs.uiuc.edu/~plop/plop99/proceedings/>.
8. Fernandez, E. B.; Yuan, X. Semantic Analysis Patterns. In: A. H. F. Laender, S. W. Liddle, V. C. Storey (eds): *Procs. of ER2000 Conference*, LNCS 1920, 2000. Springer-Verlag, 2000.
9. Fowler, M. *Analysis Patterns: reusable object models*. Menlo Park, CA: Addison Wesley Longman, 1997.

10. Gamma, E. et al. *Design Patterns: elements of reusable object-oriented software*. Reading, MA: Addison Wesley, 1994.
11. Goodchild, M. F., Geographical data modeling. *Computers & Geosciences*, v.18, n. 4, 1992, p. 401-408.
12. Hay, D. C. *Data Model Patterns: conventions of thought*. New York: Dorset House Publishing, 1995.
13. Johannesson, P.; Wohed, P. The deontic pattern – a framework for domain analysis in information systems design. *Data & Knowledge Engineering*, v. 31, 1999.
14. Lisboa Filho, J.; Iochpe, C.; Beard, K. Applying Analysis Patterns in the GIS Domain. *Procs. of Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre - SIRC.*, Dunedin, NZ, 1998.
15. Lisboa Filho, J.; Iochpe, C. Specifying analysis patterns for geographic databases on the basis of a conceptual framework. *Procs. of ACM Symposium on Advances in Geographic Information Systems*, Kansas City, USA, 1999.
16. Lisboa Filho, J.; Iochpe, C. Um estudo sobre modelos conceituais de dados para projeto de bancos de dados geográficos. *Revista IP-Informática Pública*, Belo Horizonte, v.1.1, n. 2, 1999a.
17. Marsura, P. *Banking patterns home page*. Available at <http://www.joeyoder.com/marsura/banking/> (03/09/1999).
18. Meszaros, G.; Doble, J. *A pattern language for pattern writing*. Available at [http://hillside.net/patterns/Writing/pattern\\_index.html](http://hillside.net/patterns/Writing/pattern_index.html) (01/12/98).
19. Rawsthorne, D. A. A patterns language for requirements analysis. *Procs. of Workshop in the Conference of Pattern Language of Programs - PLoP*, Monticello-Illinois, 1996.
20. Robertson, S.; Strunch, K. Reusing the products of analysis. *Procs. of Int. Workshop on Software Reusability*, Lucca, Italy, 1993. Available at <http://www.atlsysguild.com/GuildSite/SQR/reusingAnalysis.html>.
21. Weber, E. J.; Lisboa Filho, J.; Iochpe, C.; Hasenack, H. Geospatial metadata in Brazil: an experience in data documentation of an environmental GIS application. *Procs. of Int. Conference. Exhibition on Geographic Information (GISPlanet)*, Lisbon, Portugal, 1998.
22. Wohed, P. Tool support for reuse of analysis patterns – a case study. In: A. H. F. Laender, S. W. Liddle, V. C. Storey (eds): *ER2000 Conference*, LNCS 1920, 2000. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000.

