Modelagem de Dados Geográficos (1)

8826 caracteres

Um *modelo de dados* é definido como sendo um conjunto de conceitos, usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados. O modelo de dados procura sistematizar o entendimento que as pessoas têm a respeito de objetos e fenômenos do mundo real, visando representá-los em um sistema informatizado. Acontece que, em geral, os objetos e fenômenos reais são complexos demais para permitir uma representação exata, completa, principalmente considerando os recursos atualmente à disposição dos sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBD). Assim, é necessário desenvolver uma *abstração* dos objetos e fenômenos do mundo real, concebendo uma *representação simplificada*, mas que seja adequada às finalidades das aplicações que banco de dados terá.

A abstração de conceitos e entidades existentes no mundo real é uma parte importante da criação de sistemas de informação. Tão importante que o sucesso da implementação de um sistema informatizado é diretamente dependente da qualidade do trabalho de modelagem. Se os conceitos forem excessivamente simplificados, corre-se o risco de deixar de lado algum aspecto importante da realidade, com conseqüências sobre as aplicações. Se, por outro lado, as representações se tornarem complexas demais, corre-se o risco de gerar sistemas lentos, sobrecarregados, difíceis e caros de manter. Para facilitar o raciocínio sobre o grau de simplificação ideal, a abstração é usada como uma ferramenta que nos ajuda a compreender o sistema, dividindo-o em componentes separados. Cada um destes componentes pode ser visualizado em diferentes níveis de complexidade e detalhe, de acordo com a necessidade de compreensão e representação das diversas entidades de interesse do sistema de informação e suas interações.

Em sistemas de informação geográficos, a importância da abstração na construção de modelos de dados é ainda maior. Em primeiro lugar, em sistemas geográficos existe uma maior riqueza de representação, em especial no que tange às possibilidades de relacionamento entre entidades. Existe também a necessidade de incluir na conceitualização aspectos da representação gráfica que se pretende adotar para as entidades: campos ou objetos, vetores ou imagens, sem contar os aspectos estéticos, de representação cartográfica e visual. Ao final, todo o resultado do trabalho de conceitualização do sistema precisa estar representado de maneira concisa, porém completa, e precisa ser compreendido pelo usuário em sua totalidade, para que o sistema possa ser desenvolvido de acordo com suas necessidades.

Ao longo dos anos, desde o surgimento dos primeiros SGBD, foram sendo criadas diversas técnicas e metodologias para a criação de modelos de dados. De uma forma ou de outra, estas técnicas e metodologias, apesar de muitas vezes terem a pretensão de se constituirem em ferramentas genéricas, refletem as condicionantes tecnológicas dos SGBD à época de sua criação. Assim, não é surpresa constatar que, até o aparecimento dos primeiros SIG, praticamente nada existia em termos da representação específica, em modelos de dados, de entidades geográficas ou espaciais. Apesar disso, é possível

representar estes tipos de entidades, embora com limitações importantes, utilizando os recursos das técnicas tradicionais.

O principal exemplo de técnica tradicional é o modelo Entidades-Relacionamentos (ER), usado em todo o mundo e amplamente conhecido pela comunidade de informática. Para facilitar seu uso na criação de modelos geográficos, diversos autores propuseram extensões para o ER, sem contudo obter ampla aceitação, principalmente porque muitas limitações persistiam. Outro exemplo é a *Object Modeling Technique* (OMT), que consegue uma maior expressividade por utilizar conceitos de orientação a objetos. Para complementar o OMT, adicionando a ele primitivas que permitissem representar dados geográficos com maior clareza e simplicidade, foi proposto recentemente o modelo *Geo-OMT*, uma extensão do OMT para aplicações geográficas.

O Geo-OMT começou a ser criado em 1993 por Karla Borges, ao perceber a dificuldade de modelar adequadamente as variadas aplicações geográficas que então estavam sendo desenvolvidas para a prefeitura de Belo Horizonte. O trabalho foi refinado sob a forma de uma dissertação de mestrado, sob a orientação do professor Alberto Laender, do Departamento de Ciência da Computação da UFMG, que foi concluída e apresentada em dezembro de 1997. O resultado é extremamente importante e interessante, já está sendo usado em alguns trabalhos acadêmicos, e na documentação e no desenvolvimento de novas aplicações geográficas, em Belo Horizonte e em outros lugares do país. O restante deste artigo e o da próxima edição vão apresentar as primitivas básicas do Geo-OMT, e mostrar por meio de exemplos porque a comunidade de geoprocessamento precisava tanto de uma ferramenta como esta.

O Geo-OMT divide as entidades modeladas em duas classes: *georreferenciadas* e *convencionais*. Através destas duas classes é possível representar, de maneira integrada, os três grandes grupos de fenômenos que ocorrem em geoprocessamento: os de variação *contínua* no espaço, os de variação *discreta* e os *não espaciais*. Os fenômenos de variação contínua constituem o que se convencionou chamar de *geo-campos*, e os de variação discreta constituem *geo-objetos*. Exemplos de geo-campos incluem, por exemplo, o relevo e o tipo de solo de uma região. Entidades discretizáveis, ou seja, individualizáveis, como postes, estradas ou lotes, são melhor representados como geo-objetos. A notação adotada pelo Geo-OMT para as entidades georreferenciadas e convencionais está apresentada na Figura 1. Existem espaços próprios para anotar o nome da classe, seus atributos gráficos (cor, tipo de linha, padrão de hachuriamento, por exemplo), seus atributos alfanuméricos e operações associadas aos elementos. Este último item permite definir a necessidade de rotinas especiais de entrada e validação de dados, bem como comportamentos especiais em caso de apresentação em tela ou plotagem.

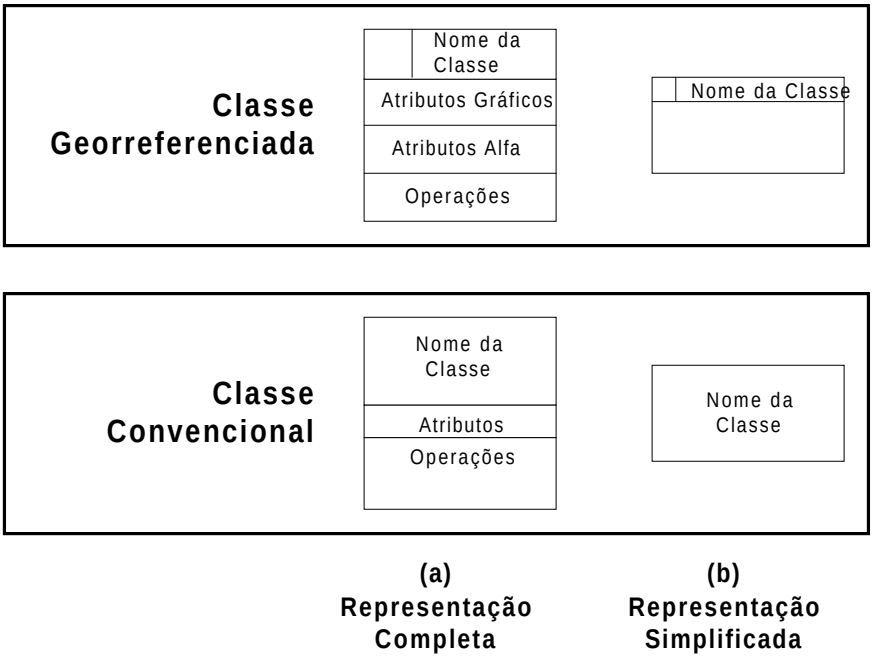

Figura 1 - Notação gráfica das classes do Geo-OMT

No canto superior esquerdo dos retângulos usados para representar classes georreferenciadas é colocado um pictograma, que indica a natureza gráfica do dado. No caso de geo-campos, existem cinco possibilidades: *isolinhas*, *polígonos adjacentes*, *tesselação*, *amostragem* e *rede triangular irregular* (TIN). No caso de geo-objetos, as possibilidades estão divididas em dois grupos: *geo-objetos com geometria* e *geo-objetos com geometria e topologia*. No primeiro caso, as variações permitidas são as tradicionais: *ponto*, *linha* e *polígono*. Quando a topologia de rede precisa ser considerada, devem ser utilizadas as notações de *nó*, *linha direcionada* e *linha bidirecional*. As Figuras 2 e 3 apresentam notações e exemplos.

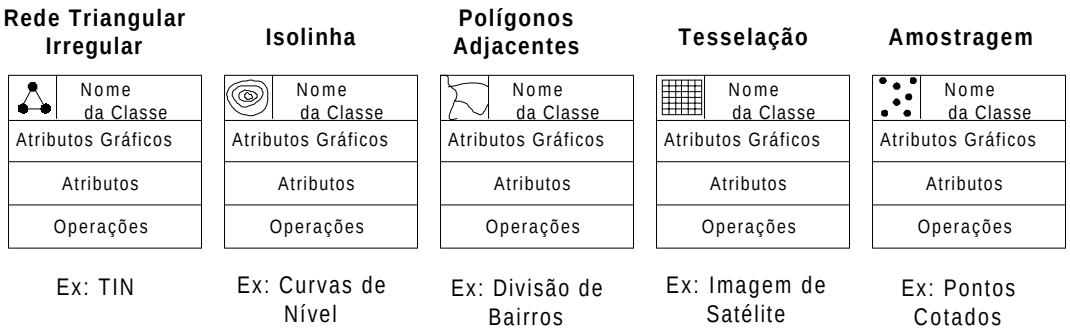

Figura 2 - Geo-campos

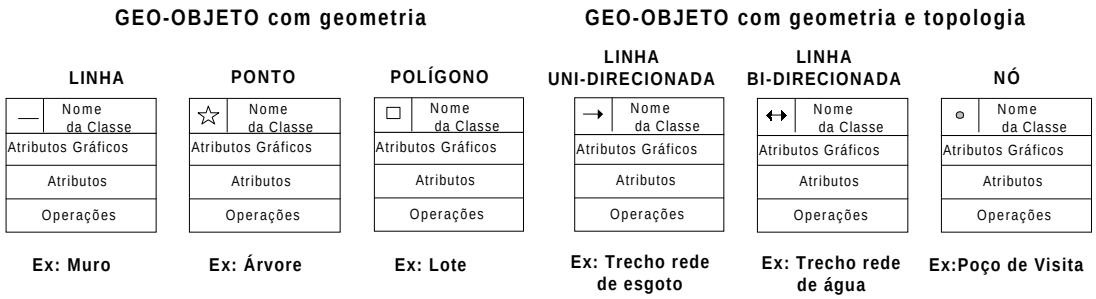

Figura 3 - Geo-objetos

Os relacionamentos entre geo-campos, geo-objetos e objetos não espaciais podem ser de vários tipos. Existem as associações simples, típicas de bancos de dados relacionais, além de relações topológicas de rede e relações espaciais. As associações simples são representadas por linhas contínuas ligando dois objetos quaisquer. As relações topológicas e de rede são representadas por linhas pontilhadas – aliás, sempre que uma linha pontilhada aparecer em um modelo Geo-OMT, está-se denotando uma característica espacial. No caso das relações em rede, são utilizadas duas linhas paralelas, indicando entre elas o nome da relação.

As relações espaciais abrangem as relações topológicas, métricas, ordinais e *fuzzy*. Algumas relações podem ser determinadas a partir das coordenadas de cada objeto durante a execução das operações de análise espacial, e portanto não precisam estar explicitamente representadas no modelo. As relações topológicas são exemplos deste caso, pois apesar de existirem na realidade, elas às vezes não são relevantes para o propósito da aplicação. No entanto, existem outras aplicações onde as mesmas relações espaciais possuem um significado relevante, devendo ser representadas no modelo. Outras relações, denominadas *explícitas*, necessitam ser sempre especificadas pelo usuário para que o sistema consiga manter estas informações.

Um caso particular de relação espacial é a *hierarquia espacial*, em que a relação de dependência entre as classes é definida com critérios espaciais. A hierarquia espacial é usada, por exemplo, para relacionar um polígono que contenha todo o espaço modelado com um ou mais geo-objetos. No mesmo sentido, pode ser usada para relacionar geo-campos (que também, por definição, cobrem todo o espaço modelado) com geo-objetos.

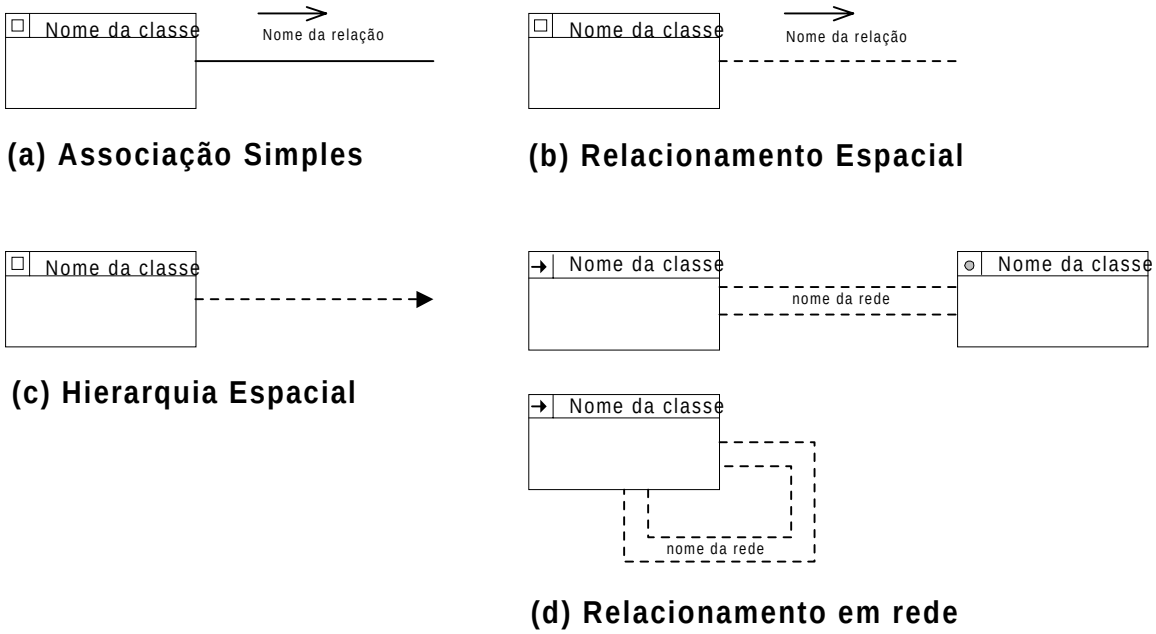

Figura 4 - Relacionamentos

Os relacionamentos são caracterizados pela *cardinalidade*. A cardinalidade representa o número de instâncias de uma classe que podem estar associadas a uma instância da outra classe. A notação de cardinalidade adotada pelo modelo Geo-OMT é a utilizada na *Unified Modeling Language* (UML) por apresentar maior expressividade na sua representação do que a proposta pelo modelo OMT (Figura 5). As relações em *rede* e *hierarquia espacial* já trazem incorporado em seu significado a sua cardinalidade, não sendo portanto necessário explicitá-la.

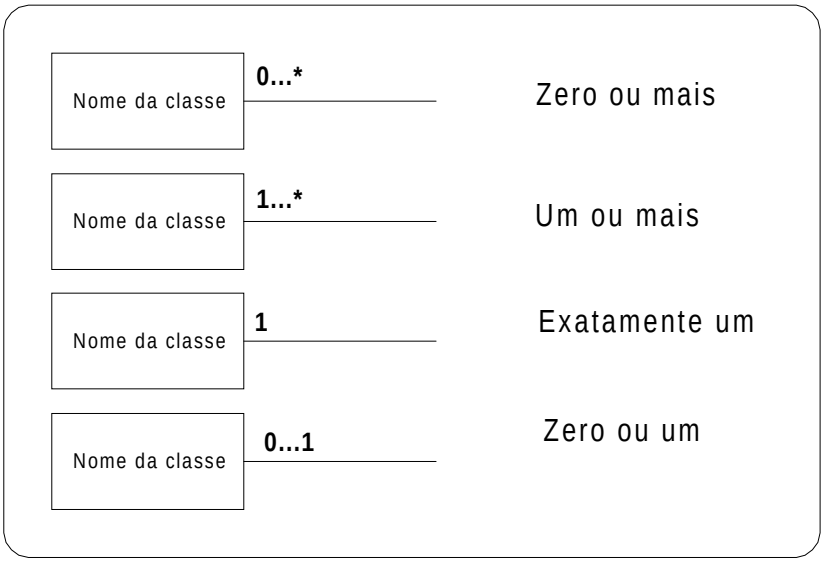

Figura 5 - Cardinalidade

Na próxima edição, serão apresentadas outras primitivas do Geo-OMT, tais como generalização, especialização, agregação, e recursos de variação da representação com base em forma gráfica e escala. Serão também apresentados exemplos de modelos criados com o Geo-OMT, comparando-os com modelos ER.

Referências

Borges, K. A. V. *Modelagem de Dados Geográficos: Uma Extensão do Modelo OMT para Aplicações Geográficas*, Dissertação de Mestrado, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997.

Chen, P. The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems*, 1(1):.9-36, 1976.

Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., Lorensen, W. *Object-Oriented Modeling and Design.* New Jersey: Prentice-Hall, 1991.

Sobre o autor:

Clodoveu Davis é engenheiro civil, analista de sistemas, mestre em Ciência da Computação e Assessor de Desenvolvimento e Estudos da Prodabel - Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte.

Endereço:
Rua Alagoas, 314/1501 - 30130-160 - Belo Horizonte - MG
Tel.:(031)978-1422 - FAX: (031)224-0022
e-mail: `cdavis@uol.com.br`