

Modelagem do Banco de Dados do Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais usando UML-GeoFrame

Samuel Rodrigues de Sales Campos¹
Adriana Zanella Martinhago¹
Rosana Áurea Tonetti Massahud¹
Aleksander Maduro França¹
Luca Araújo Egas Prieto¹
Jaime Daniel Corrêa Mendes¹

¹ Departamento de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37.200-000 – Lavras – MG – Brasil
samuelcampos@ufla.br {dricazm, rosanamassahud, jaimedaniel}@gmail.com

Abstract. Geographic database has surged because of the need of data integration between conventional or alphanumeric and spatial data. Data modeling in general is a conceptual tool that helps in the organization, formalization and standardization of real-world objects representation. The main purpose of modeling data is to get an organized database, facilitating its deployment and maintenance. Modeling for geographical applications requires more appropriate models, able to capture the semantics of geographic data, offering higher abstraction mechanism and independence of abstraction. A demand has arisen in the organization of data for Ecological-Economic Zoning (ZEE) of the state of Minas Gerais, which is a project that has a large volume of geographical information. This article describes the process of modeling spatial data of ZEE – MG database. Well modeled database allows optimizing the extraction of information. Among the various proposals for modeling spatial data, GeoFrame model based on UML (Unified Modeling Language) was used, which is a conceptual framework that provides a diagram of basic classes to support the designer on conceptual modeling of spatial data as well as on specification of standards for analysis in geographic databases.

Palavras-chave: modelagem de banco de dados, banco de dados geográficos, zoneamento ecológico econômico, database modeling, geographic database, economic-ecological zoning.

1. Introdução

O termo “Banco de Dados” significa uma coleção lógica e coerente de dados relacionados. É projetado, construído e povoado de acordo com um objetivo específico.

Os bancos de dados geográficos surgiram devido a uma necessidade de integração entre os dados convencionais, ou alfanuméricos, e os dados espaciais. Essa integração permite uma análise conjunta de vários tipos de informações e onde elas ocorrem no espaço.

Projetar ou modelar o banco de dados é uma das tarefas mais importantes no desenvolvimento de um sistema de informação. O projeto do banco de dados requer o uso de diferentes instrumentos, uma vez que as atividades necessárias a sua elaboração variam de acordo com a complexidade do sistema, com o tipo de pessoal envolvido, o sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) utilizado, etc Lisboa Filho et al. (2000).

A modelagem de dados é uma ferramenta conceitual que auxilia na organização, formalização e na padronização da representação de objetos do mundo real. O modelo de dados é, portanto, um conjunto de conceitos usados para descrever a estrutura e as operações de um banco de dados.

O principal objetivo da modelagem de dados é obter uma organização da base de dados, o que facilita a implantação e manutenção do banco de dados. A modelagem de dados é um passo importante dentro de uma metodologia de sistemas de informações geográficas onde a realidade do sistema é modelada, independente de plataforma.

Um banco de dados bem modelado e conseqüentemente organizado, possibilita otimizar a extração de informações, gerando o conhecimento necessário para diferentes aplicações. Não

se justifica o investimento em uma grande base de dados onde não se possa retirar as informações esperadas, ou seja, dados desorganizados não geram o conhecimento necessário.

Devido a isto, surgiu uma demanda na organização dos dados do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Estado de Minas Gerais, visto que o mesmo contém uma enorme massa de dados oriundos de diversas fontes sem um padrão definido, além da grande expectativa de acesso à ferramenta criada com a base de dados do ZEE.

O objetivo deste artigo é apresentar a modelagem dos dados do Zoneamento Ecológico-Econômico usando a metodologia UML-Geoframe.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Modelagem

Um modelo de dados é um conjunto de ferramentas conceituais para a descrição de dados, relacionamento de dados, semântica de dados e regras de consistência. Modelos conceituais oferecem conceitos que estão próximos ao modo como os usuários percebem os dados como mostrado na Figura 1. No processo de modelagem é necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a obter uma forma de representação conveniente, embora simplificada, que seja adequada às finalidades das aplicações Lisboa Filho et al. (2000).

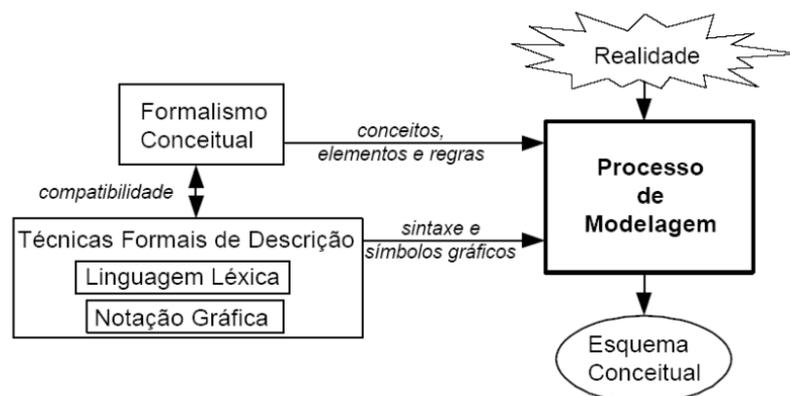


Figura 1. Processo de modelagem conceitual. Fonte: Lisboa Filho et al.(2000)

Os primeiros modelos de dados para aplicações geográficas eram voltados para as estruturas internas dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O usuário era forçado a adequar os fenômenos espaciais às estruturas internas do SIG a ser utilizado.

Conseqüentemente, o processo de modelagem não oferecia mecanismo para a representação da realidade de forma mais próxima ao modelo mental do usuário. Fica evidente que a modelagem de aplicações geográficas necessitava de modelos mais adequados, capazes de capturar a semântica dos dados geográficos, oferecendo mecanismo de abstração mais elevado e independência de abstração Queiroz e Reis (2006).

Sampaio et al. (2005) sugere que a utilização de um modelo conceitual de dados adequado pode facilitar muito o projeto do banco de dados. Existem atualmente diversas propostas de modelagem para dados geográficos. Entre elas, pode-se citar: MODUL-R Bedard et al. (1996), GMOD Oliveira e Pires (1997), Giser Shekhar et al. (1997), OMT-G Borges et al. (2001), GeoFrame Lisboa Filho e Iochupe (1997) e Mads Parent et al. (1999). Todos esses modelos procuram refletir melhor as necessidades de aplicações geográficas.

Para criação do modelo de dados da base do Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais foi utilizado o modelo GeoFrame, baseado na linguagem UML (*Unified Modeling Language*) Lisboa Filho et al. (2000).

2.2 UML-Geoframe

GeoFrame é um framework conceitual que fornece um diagrama de classes básicas para auxiliar o projetista tanto na modelagem conceitual de dados geográficos como na especificação de padrões de análise em bancos de dados geográficos, Lisboa Filho e Iochupe (1999).

O GeoFrame foi definido de acordo com as regras do formalismo da orientação a objetos, utilizando a notação gráfica do diagrama de classes da linguagem UML.

Para evitar a sobrecarga visual do modelo com muitas classes e associações o GeoFrame implementa um mecanismo de simplificação de esquemas denominado estereótipos. Estes estereótipos são utilizados para substituir os relacionamentos de generalização e associação entre as classes do domínio e as classes do GeoFrame. As Figuras 2(a) e 2(b) mostram os conjuntos de estereótipos contidos no modelo conceitual GeoFrame.

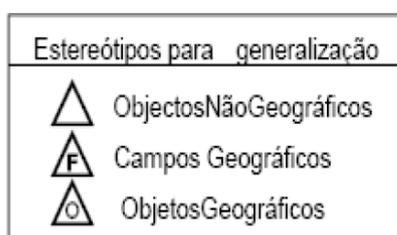


Figura 2(a) - Estereótipos para generalização.
Fonte: Lisboa Filho et al. (2000)

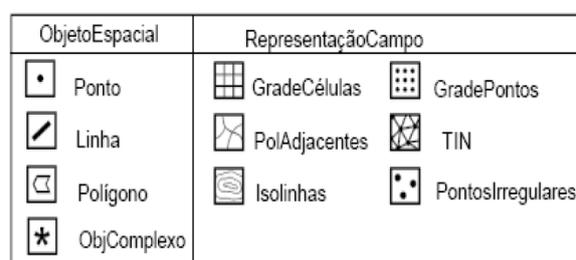


Figura 2(b) - Estereótipos para a associação.
Fonte: Lisboa Filho et al. (2000)

A abordagem UML-GeoFrame permite a solução da maioria dos requisitos de modelagem. Um esquema conceitual de dados geográficos construído com base no GeoFrame inclui, por exemplo, a modelagem dos aspectos espaciais da informação geográfica e a diferenciação entre objetos convencionais e objetos/campos geográficos. O processo de modelagem com base na abordagem UML-GeoFrame envolve três etapas:

- Passo 1: identificar temas e subtemas para cada área geográfica;
- Passo 2: para cada tema, elaborar o sub-diagrama de classes. Associar classes de diferentes temas;
- Passo 3: modelar o componente espacial para cada fenômeno geográfico identificado.

2.3 Modelagem do banco de dados ZEE-MG

A metodologia empregada na modelagem conceitual dos dados do Projeto ZEE seguiu uma abordagem inversa a que ocorre na maioria dos sistemas. Utilizando-se técnicas da engenharia reversa Heuser (1998), partiu-se de uma análise dos dados existentes no SIG do projeto, bem como análises em outras fontes como relatórios e entrevistas com executores do projeto, para gerar o esquema conceitual, tendo como base o modelo GeoFrame e padrões de análise existentes.

Para iniciar o trabalho, procurou-se identificar os temas e subtemas para a região geográfica de estudo, no caso, o estado de Minas Gerais e usar a modelagem por temas para tornar o modelo mais expressivo e, conseqüentemente, mais compreensivo num nível de abstração mais alto e perto da realidade.

Na abordagem UML-GeoFrame, temas são representados através do construtor Pacote da linguagem UML. Os diversos temas identificados na aplicação são modelados através da elaboração de um diagrama hierárquico de temas para a região geográfica da aplicação.

Pela diversidade dos dados do presente projeto tornou-se necessária a modelagem por temas para que as diversas classes de dados tenham uma boa organização e abstração dos dados a serem modelados, onde cada tema e subtema abordados representam um mapa temático da aplicação.

Segundo Borges et al. (2001), a organização por temas possui uma hierarquia entre os mesmos que são desenvolvidos a partir do espaço a ser modelado. Essa hierarquia se desenvolve a partir de um conceito de abrangência geográfica, como se fossem camadas no sentido geográfico de distribuição sobre a terra, onde ao mesmo tempo coexistem vários temas de igual importância. Os temas superiores do diagrama necessitam da existência de pelo menos alguns dos temas inferiores.

Cada nível representa uma mesma área, mas cada qual corresponde a uma perspectiva diferente da realidade geográfica da área. Esta perspectiva corresponde a um aspecto temático independentemente com um conjunto de propriedades que a descrevem, por exemplo, a hidrografia, a vegetação. Cada nível contém elementos geométricos que variam em número, formas e propriedades, como mostra a Figura 3. Estes níveis podem ser extintos de acordo com a finalidade deles na base de dados Aronof (1989) Laurini (1992).

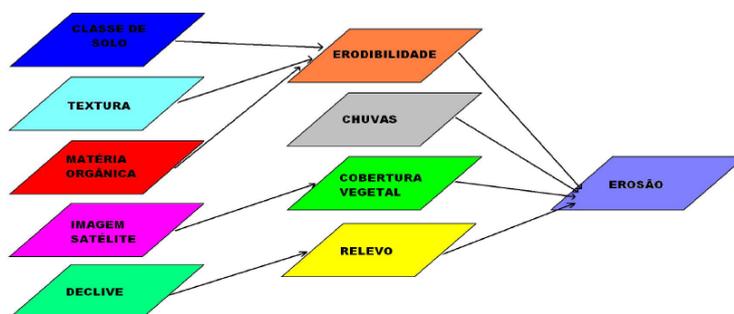


Figura 3 - Exemplo de análise do potencial de erosão.

O modelo UML GeoFrame introduz o diagrama de temas como forma de visualizar os diversos níveis de informação envolvidos em uma aplicação geográfica, fornecendo um nível de abstração mais elevado Lisboa Filho et al. (2000).

Na modelagem do banco de dados do ZEE-MG, a notação utilizada para representar os dados foi estabelecida de forma que o Estado de Minas Gerais representasse a região geográfica de estudo onde se pode especificar uma coleção de temas. Por sua vez cada tema em questão pode ser representado por subtemas e classes que descrevem os fenômenos geográficos em temas funcionando como um mecanismo para redução da complexidade em grandes esquemas de dados.

3. Resultados e Discussão

Inicialmente, identificaram-se os temas principais mais genéricos (Zonas, Riscos Ambientais, Prioridade de conservação e Prioridade de recuperação). A partir destes temas realizou-se uma divisão dos mesmos em temas de segundo nível mais específicos, onde cada tema principal foi dividido em dois ou mais temas. Por sua vez, cada tema de segundo nível foi dividido em subtemas e os mesmos divididos em classes, garantindo assim uma hierarquia dos dados.

O segundo passo a ser aplicado foi à construção dos diagramas de classes a partir da análise dos requisitos do projeto para as classes envolvidas em cada tema, tema de segundo nível e subtemas. Com base no diagrama de classes do framework GeoFrame, as classes da aplicação devem ser modeladas como subclasses de uma das classes Objeto geográfico, Campo geográfico ou Objeto não geográfico.

O terceiro passo implica na especificação dos possíveis tipos de representação espacial dos fenômenos geográficos. De acordo com o diagrama de classes do GeoFrame, o componente espacial dos campos e objetos geográficos é modelado através de associações entre as classes da aplicação e as subclasses de Representaçãocampo e Objetoespacial, respectivamente. Novamente, a fim de evitar a poluição visual do diagrama de classes, estas associações são substituídas por estereótipos do modelo UML Geoframe supracitados.

O diagrama da Figura 4 representa o Estado de Minas Gerais como a região geográfica deste estudo, dividida em temas principais (Zonas, Riscos Ambientais, Prioridade de conservação e Prioridade de recuperação) seguidos dos temas de segundo nível (Potencialidade, Vulnerabilidade, Índice de Atividade Humana, Qualidade Ambiental).

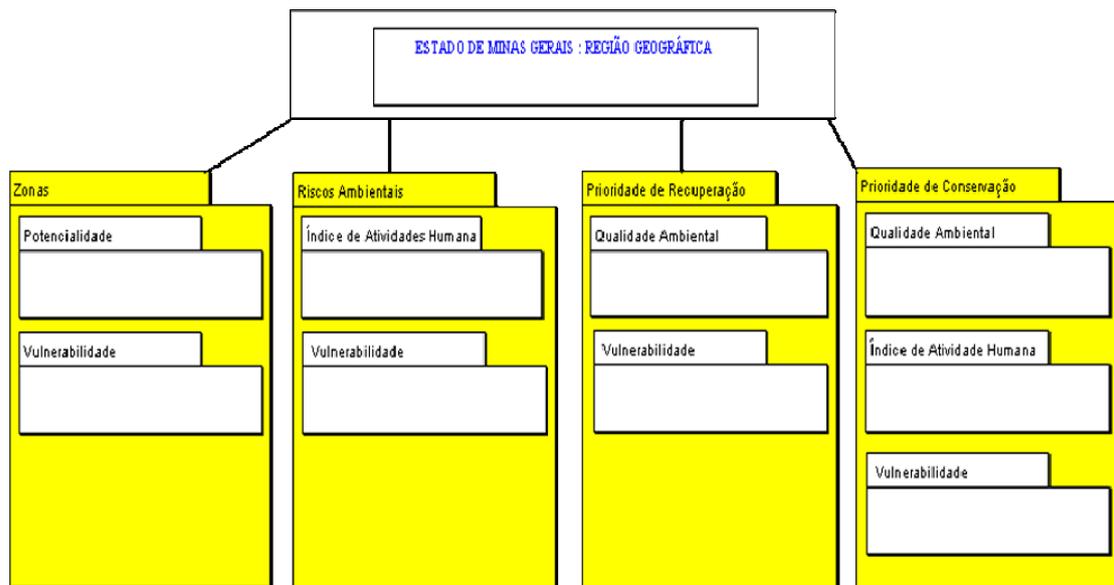


Figura 4. Diagrama da região geográfica Minas Gerais

A Figura 5 representa o diagrama do tema de segunda ordem Vulnerabilidade Natural, que é composta pelos subtemas Biótica e Abiótica.

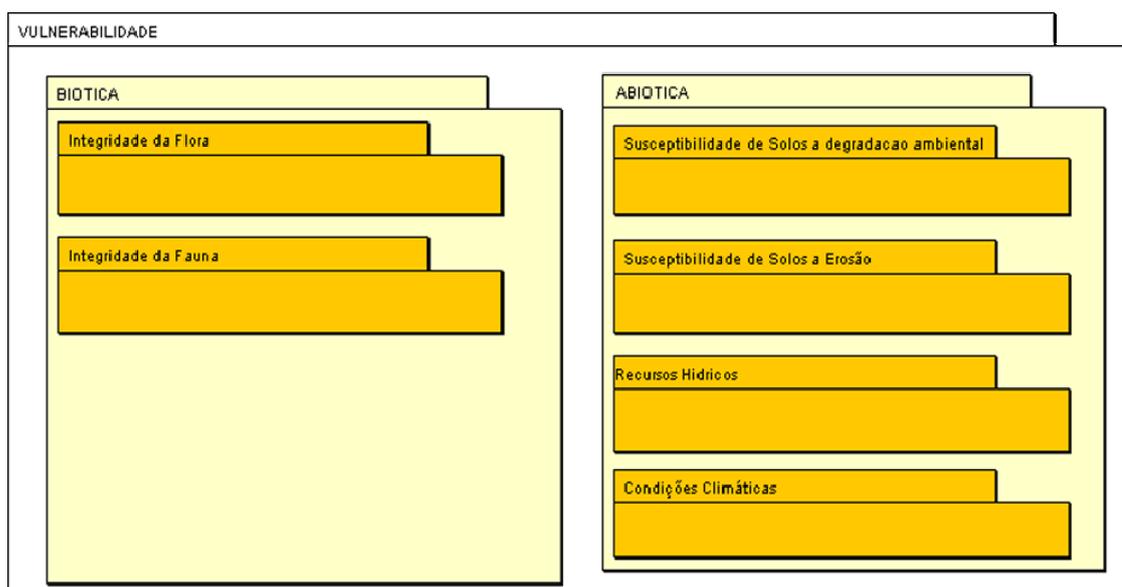


Figura 5. Diagrama da Vulnerabilidade Natural

A Figura 6 representa o diagrama do tema de segunda ordem Potencialidade, que é composta pelos sub-temas Produtivo, Natural, Humano e Institucional.

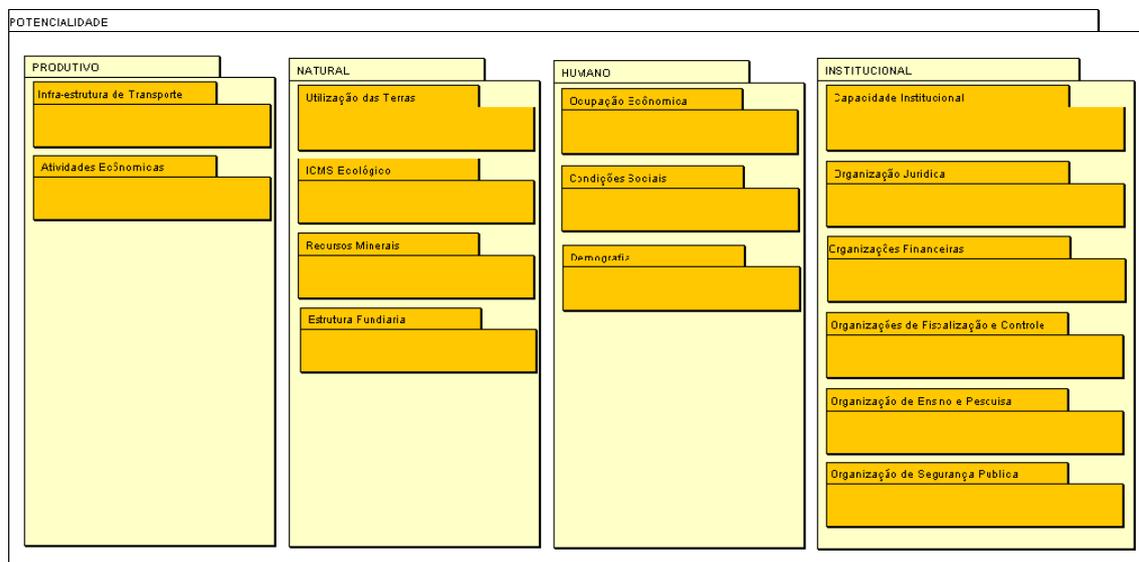


Figura 6. Diagrama do Potencial Social

Para cada Pacote identificado nas Figuras acima existe um novo diagrama com as informações relacionadas ao tema. Estes diagramas não foram apresentados aqui para não estender muito o artigo.

O Banco de Dados do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais é formado por dados alfanuméricos, vetoriais e matriciais.

Uma característica importante no banco de dados do Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais é a variável tempo de validade da informação e a importância do histórico dos dados para a tomada de decisão. Devido à necessidade de se armazenar o histórico das informações geográficas, optou-se por desenvolver um banco espaço-temporal para armazenar tais informações.

O Banco de Dados do ZEE foi modelado e criado através do conceito de Banco de Dados Temporais classificado na categoria Banco de Dados de tempo de transação.

4. Considerações Finais

Os recursos de modelagem de banco de dados geográficos implantados neste trabalho são de fundamental importância para correta concepção e documentação de aplicações geográficas. A aproximação entre o modelo mental do usuário e o modelo de implantação passa a se dar com maior amplitude, uma vez que a aparência visual dos temas, subtemas e classes são mais bem detalhadas.

Ao final do processo de modelagem, uma avaliação das funcionalidades do Zoneamento Ecológico-Econômico extraída diretamente do modelo pode orientar na hora da tomada de decisão de escolha do SIG mais adequado para a implantação da ferramenta de consulta à base de dados do projeto.

Outra situação importante de se ressaltar, que acontece com muita frequência nos projetos de banco de dados, é que geralmente quando um banco é projetado sem uma prévia modelagem e documentação as informações implícitas ficam concentradas apenas com o idealizador do banco. Isto pode atrasar ou até mesmo inviabilizar um projeto com a ausência do idealizador. Esta situação deixa clara a importância de uma documentação que possa amenizar este impacto diante do projeto.

Em um âmbito geral, a conceituação do modelo de dados serve como alicerce ao banco de dados, entendendo que é o modelo que vai dar sustentação e respaldo à implantação do banco. Com base no modelo conceitual, ficam mais fáceis futuras alterações e reparos no banco, pois qualquer pessoa em posse do modelo com mínimos conhecimentos em banco de dados saberá exatamente do que se trata cada tema, subtema e classes e seus eventuais relacionamentos e hierarquia.

Tão importante quanto à modelagem do Banco de Dados é a sua criação. O banco de dados do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais foi projetado através do conceito de Banco de Dados Espaço-Temporal para receber informações ao longo do tempo sem que a estrutura do Banco de Dados do ZEE sofra modificações.

O banco de dados do ZEE – MG possui uma grande massa de dados formados por dados alfanuméricos, vetoriais e dados matriciais. Os dados vetoriais e matriciais foram gerados e validados pelo Software ArcGis, que possui saída de dados para a maioria dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados existentes no mercado.

5. Referências Bibliográficas

Aronof, S. Geographic Information Systems: A management perspective. Canada: **WDL Publications**, 1989.

Bédard, Y.; Caron, C.; Maamar, Z.; Moulin, B.; Vallière, D. Adapting data models for the design of spatio-temporal databases. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 20, n.1, p. 19-41, 1996.

Borges, K. A. V.; Davis Júnior, 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.

Heuser, C. A. **Projeto de banco de Dados**. Porto Alegre: Sagra Luzzato, 1998. (Série livros didáticos, n.4).

Laurini, R.; Thompson, D. Fundamentals of Spatial Information Systems. San Diego: **Academic Press**, 1992.

Lisboa Filho, J.; Iochupe, C.; Garaffa, I. M. Modelos conceituais de dados para aplicações geográficas: uma experiência com um SIG interinstitucional. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 4., 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UPUSP, 1997.

Lisboa Filho, J.; Iochupe, C. Um estudo sobre modelos conceituais de dados para projeto de bancos de dados geográficos. **Revista IP-Informática Pública**: Belo Horizonte, v.1, n.2, 1999.

Lisboa Filho, J.; Iochupe, C.; Hasenack, H.; Weber, E.J. **Modelagem conceitual de banco de dados geográficos: o estudo de caso do projeto PADCT/CIAMB**. In: Centro de Ecologia/UFRGS. Carvão e Meio Ambiente. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

Oliveira, J. L.; Pires, F.; Medeiros, C. M. B. An environment for modeling and design of geographic applications. **GeoInformatica**, v. 1, n.1, p. 29-58, 1997.

Parent, C.; Spaccapietra, S.; Zimanyi, E. Spatio-temporal conceptual models: data structures + space + time. In: 7th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, 7, Kansas City. Anais... Kansas City: **ACM GIS'99**. 1999. p. 26-33.

Queiroz, G. R.; Ribeiro, Reis, K. **Tutorial sobre Banco de Dados Geográficos**. GeoBrasil 2006. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Sampaio, G. B.; Gazola, A.; Lisboa Filho, J. **Modelagem e Projeto de Banco de Dados Geográfico com Características Temporais**, Departamento de Informática – Universidade Federal de Viçosa - MG – Brasil, 2005.

Shekhar, S.; Coyle, M.; Goyal, B.; Liu, D.; Sarkar, S. Data models in geographic information systems. **Communications of the ACM**, v. 40, n.4, p. 103-111, 1997.