

Modelagem do Banco de Dados do Inventário Florestal de Minas Gerais

Thomaz Chaves de Andrade Oliveira¹
Samuel Rodrigues de Sales Campos²
Ronaldo Aparecido da Silva Coelho³
Aleksander Maduro França⁴

¹ Universidade Federal de Lavras - UFLA/DCF
Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil
thomaz@vialavras.com.br

Abstract. This paper describes the geo-database model of the State wide inventory and mapping of the Minas Gerais State project. It was modeled using the OMT-G language, an UML based language. The means of GIS applications requires special data modeling objects that an ordinary data modeling language cannot support. Geo-spatial databases require specific data modeling techniques that are discussed in this paper. This paper shows the primitives of OMT-G and how it was applied in to our database model and in the project scope.

Palavras-chave: SIG, Banco de dados , modelagem, OMT-G, Inventário Florestal, Minas Gerais

1- Introdução

O inventário florestal de Minas Gerais consiste no mapeamento da flora nativa e dos reflorestamentos existentes no estado, etapa efetuada em 2004, e no monitoramento contínuo desta cobertura. A fase atual consiste na pesquisa quantitativa e qualitativa do estoque em volume e carbono, entre outros, além da lista de espécies da flora nativa e a caracterização dos reflorestamentos. Tais informações serão utilizadas como instrumento de política, planejamento e gestão florestal e ambiental pelo Instituto Estadual de Florestas, pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e por outras esferas do governo do estado de Minas Gerais. Na fase atual do projeto está sendo desenvolvido um SIG com os dados do inventário florestal de Minas Gerais. Esse SIG possui um banco de dados espaço-temporal que contém tanto dados georreferenciados como dados convencionais. No banco de dados do SIG, estão armazenados diversos dados espaciais, entre eles: fronteiras municipais do estado, contornos de bacias e sub-bacias hidrográficas, núcleos do IEF entre outros. Estão também armazenadas no Banco de Dados, dados que são extraídos do software SISNAT que é utilizado no Inventário Florestal de Minas Gerais. Esse software realiza entre outros processamentos o processamento de inventários florestais de matas nativas. Esses são dados não georreferenciados que também são incluídos na base de dados do inventário florestal. O volume de dados coletados durante o inventário florestal é consideravelmente grande, podendo de acordo o sucesso ou insucesso do processo de organização dos mesmos tornar os dados um grande acervo de conhecimento ou ao contrário um grande acervo de dados sem organização no qual se extrair conhecimento é uma tarefa árdua. Entraremos em maiores detalhes a respeito dos dados e de sua conceituação mais adiante. Neste presente trabalho tratamos a modelagem dos dados do Inventário florestal de Minas Gerais, que é o processo que organiza os dados para a criação do banco de dados que foi feita utilizando o modelo de dados OMT-G, Borges (2000).

Primeiramente entraremos em discussão sobre a necessidade de modelagem de dados geográficos, e a linguagem OMT-G. Em seguida entraremos em discussão sobre os dados do Inventário Florestal e a modelagem dos mesmos.

2- Motivação

Os dados do inventário florestal são de diversos tipos e origens, são dados coletados em campo, imagens de satélite do estado, imagens raster, imagens vetoriais, dados espaciais entre outras informações de diversas fontes do estado e do inventário. O problema crucial em questão que tratamos nesse presente trabalho é a organização desses dados para que possam ser úteis para consultas e para a gestão do conhecimento gerado no inventário florestal do estado.

Segundo Ruschel (2003), a utilização da informática tem contribuído de forma decisiva na organização e na disponibilização das informações geográficas. O termo sistemas de informação geográfica (SIG) é aplicado a sistemas que realizam tratamento computacional de dados geográficos. A utilização dos SIG vem crescendo em todo o mundo possibilitando um melhor gerenciamento de informações e uma conseqüente melhoria no processo de tomada de decisões em diversas áreas de grande complexidade como planejamento ambiental, municipal, federal, proteção ambiental, redes de utilidade pública entre outras Lisboa (2006). A principal diferença entre um SIG e um sistema de informação convencional é a capacidade de armazenar tanto dados descritivos como as geometrias dos dados geográficos, Câmara et al (2006). Para Ruschel (2003), a construção de um SIG requer um alto investimento, mas esse alto investimento é justificável através dos resultados que podem ser obtidos sobre os componentes desse banco de dados, que vão desde simples consultas a complexas análises espaciais.

Um dos pontos críticos de um SIG é escolher as representações computacionais mais adequadas para capturar a semântica de seu domínio de aplicação. Do ponto de vista de da tecnologia, desenvolver um SIG significa oferecer o conjunto mais amplo possível de estruturas de dados e algoritmos capazes de representar a grande diversidade de concepções do espaço. O problema fundamental da Geoinformação é a produção de representações computacionais do espaço geográfico .Queiroz et al. (2006)

Esse presente trabalho visa o descrever processo de organização e modelagem dos dados do inventário que possibilita a informatização e disponibilização dos mesmos para análises de diversos tipos e a criação de um SIG.

2.1-Modelos de dados Geográficos

Para conseguirmos minimizar o problema da representação dos dados geográficos em meios computacionais, necessitamos de meios para representarmos esses dados de maneira adequada. A modelagem de banco de dados é um processo muito utilizado durante o processo de criação de banco de dados. Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados. Elmasri (2004)

Segundo Borges (2000), os modelos de dados semânticos e orientados a objetos, tais como ER, UML, OMT, entre outros, foram largamente utilizados para modelarem dados geográficos. Apesar de possuírem grande expressividade, esses modelos possuem limitações para a adequada modelagem de dados geográficos, uma vez que não possuem as primitivas apropriadas para a representação de dados espaciais. Modelos de dados geográficos tem necessidades adicionais, em relação a abstração de conceitos, entidades e relacionamentos entre as entidades que levam a necessidade de uma modelagem que estenda a modelagem tradicional de dados. Segundo Carvalho (2005), um modelo de dados geográfico é necessário

para que possamos identificar das possíveis restrições ao projeto de mapeamento, como conflitos de resolução, precisão, dimensão espacial, nível de detalhamento e comportamento geométrico e topológico.

Sampaio (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 podemos citar: GeoOOA, Kosters et al., (1997), MODUL-R Bédard et al., (1996), GMOD, Oliveira et al., (1997), IFO para aplicações geográficas Worboys et al., (1990), GISER Shekhar et al. (1997), OMT-G Borges et al., (2001), GeoFrameLisboaFilho,(1997), MADS Parent et al., (1999). De acordo com Borges (2000), esses diversos modelos procuram refletir as necessidades das aplicações geográficas. Apesar de existirem diversos modelos conceituais de dados geográficos na literatura, nenhum deles é utilizado em larga escala. Isso se deve ao fato de possuírem um grande número de opções de que eles dispõe para representar características espaço-temporais. Sampaio (2005)

2.2-Modelo conceitual de dados do Inventário Florestal

A criação de um modelo de dados geográfico é fundamental para a organização dos dados do Inventário Florestal de Minas Gerais. Para realizar esta etapa, devemos escolher entre os diversos modelos de dados presentes na literatura o que melhor supre as necessidades do Inventário florestal. Os requisitos principais que buscamos atender em nossa escolha entre as linguagens de modelagem eram: consistência, documentação de fácil acesso, ferramenta case de qualidade para se trabalhar, suporte a modelagem espaço-temporal e principalmente o poder de expressividade da linguagem.

Uma das principais características dos dados do inventário florestal é o caráter espaço-temporal dos dados, isto é, o banco de dados deve armazenar dados do presente assim como dados do passado. A modelagem de dados deve ter suporte a recuperação de informações de diferentes datas, isso permite um estudo da evolução dos dados ao longo do tempo. Outro requisito da modelagem de dados deve possuir suporte a modelagem de dados espacial.

Dentre as linguagens pesquisadas, as que melhor atendiam os requisitos citados anteriormente eram as linguagens OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*) Borges (2000) e UML-Geoframe, Lisboa (1997). As duas possuem grande poder de expressão, por possuírem suporte a diversas formas geográficas, foram as fortes candidatas para modelarem os dados do Inventário florestal. Eventualmente o modelo de dados OMT-G foi escolhido e implementado usando a extensão do estêncil OMT-G de Borges (2000) para o software Microsoft Visio.

De acordo com Borges(2000), o OMTG parte das primitivas dos diagramas de classe da UML, (*Unified Modelling Language*)(Rational Corporation, 1997), introduzindo primitivas geográficas que expandissem a capacidade de representação do modelo provendo uma redução entre o modelo mental e do espaço físico a ser modelado e a representação usual. A linguagem provê primitivas para a modelagem de geometrias e a topologia dos dados geográficos, oferecendo suporte a estruturas topológicas “todo-parte”, estruturas de rede, múltiplas representações de objetos e relacionamentos espaciais. As principais características do modelo são a expressividade gráfica e capacidade de codificação, uma vez que anotações são substituídas por desenhos de relacionamentos explícitos. A linguagem OMT-G possui um grande poder de expressão possuindo diversos tipos de representações para dados geográficos- temporais garantindo assim que podemos ter uma organização dos dados que permita recuperar diversos tipos de consultas e análises espaciais. O OMTG permite tecer relacionamentos entre os componentes do banco de dados, esses relacionamentos podem ser espaciais ou não espaciais. Uma outra característica positiva da linguagem é a sua facilidade de uso apesar de ser uma linguagem de alto poder de expressão.

3- Banco de dados do inventário Florestal de Minas Gerais

A modelo de dados do inventário florestal esta projetado para ser armazenado em um SGDB que de suporte a arquitetura integrada de dados. Segundo Queiroz(2006) a arquitetura integrada consiste em armazenar todos os dados em um SGDB, tanto os dados a componente espacial quanto a alfanumérica. A arquitetura integrada nos permite trabalhar com um conjunto de funções e operadores espaciais para realizar análises espaciais. Os 'shapes' dos dados espaciais do Banco de dados do inventário de minas foram criados através do software da ESRI ArcGIS 9.1 e foram importados para o banco de dados através da ferramenta ESRI Arc Catalog via ArcSDE.

Todos os dados que fazem parte do SIG do inventário florestal estão presentes no modelo, isso permite a realizar diversas pesquisas e consultas envolvendo dados espaciais e não espaciais.

3.1 – Município de Minas Gerais

Para que o banco de dados armazene os dados de um inventário de um estado brasileiro, notou-se a necessidade de se armazenar dados geográficos a respeito dos municípios que constituem o estado. Existe uma generalização cartográfica presente na modelagem do dado geográfico município, que pode ser entendido como geo-campo ou geo-objeto. Uma generalização ocorre quando existe uma necessidade de mais de uma representação para um mesmo dado geográfico. Borges (2005) No caso do objeto município as diferentes representações são: uma representação como geo-campo do tipo subdivisão planar para demarcar as fronteiras municipais e a representação como geo-objeto ponto, que demarca algum marco central da área urbana do município em questão. A figura 1 ilustra a modelagem OMT-G dos municípios e a visualização de todas as fronteiras municipais

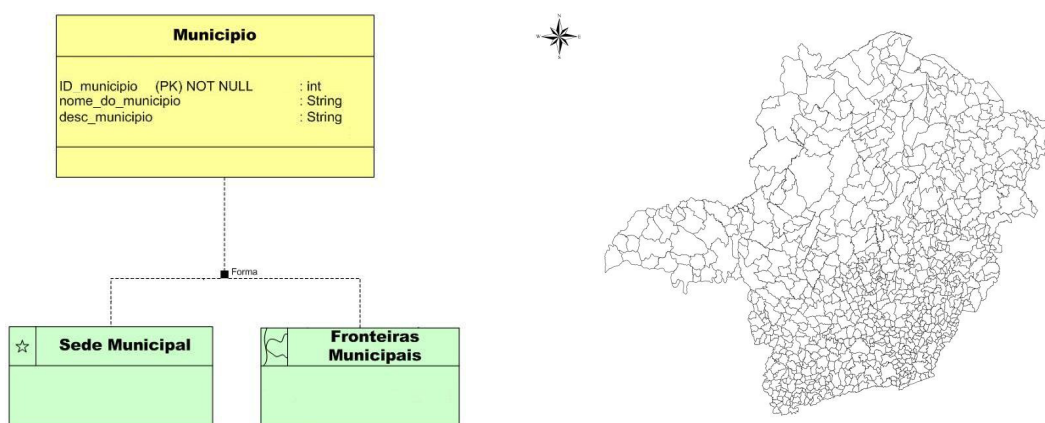


Figura 1 – Modelagem dos municípios de Minas Gerais

Durante o e inventário florestal uma divisão geográfica do o espaço do estado ocorreu de acordo com as bacias e sub-bacias hidrográficas. A escolha dos fragmentos florestais e parcelas se deu de acordo com as Bacias e Sub-bacias hidrográficas. As bacias estão modeladas conforme os Geo-campos subdivisão planar prevista na OMTG de forma semelhante ao municípios.

As sub-bacias hidrográficas também estão no modelo como subdivisão planar do espaço, existe um relacionamento com as Bacias hidrográficas, onde cada bacia é um agregado de sub-bacias. Quando ocorre esse tipo de relacionamento espacial, ocorre uma agregação espacial, que é um dos tipo de relacionamentos previstos na linguagem OMT-G e deve ser incluso no diagrama usando a simbologia de agregação espacial da linguagem OMT-G

3.2- Fragmentos e Parcelas e dados SISNAT

As parcelas e fragmentos florestais são um dos mais cruciais geo-objetos do banco de dados do banco de dados do inventário. Na figura 2 podemos visualizar um fragmento, o da Fazenda Galheiros, com as parcelas em seu interior. Esse fragmento possui 45 parcelas ao todo. As parcelas são onde ocorrem as medições de campo do Inventário Florestal. Em cada parcela são feitas coletas de dados relacionados à engenharia florestal como, por exemplo, classificação taxonômica de árvores, CAP, número de fustes de árvore entre outras variáveis. Após a coleta desses dados então é feita uma análise desses mesmos dados usando o software, o SISNAT, que realiza entre suas funcionalidades um cálculo estimativo de uma variável extrapolado a mesma estatisticamente para uma área maior. Um exemplo desses cálculos seria o volume em madeira para todo um fragmento florestal determinado a partir de suas parcelas. Os dados extraídos do SISNAT também estão inclusos no modelos de dados do Inventário. Na modelagem existe um relacionamento espacial, que indica a pertinência espacial de uma parcela em relação a um fragmento. Os fragmentos do inventário florestal são modelados como Geo-Objetos, do tipo polígono assim como as parcelas.

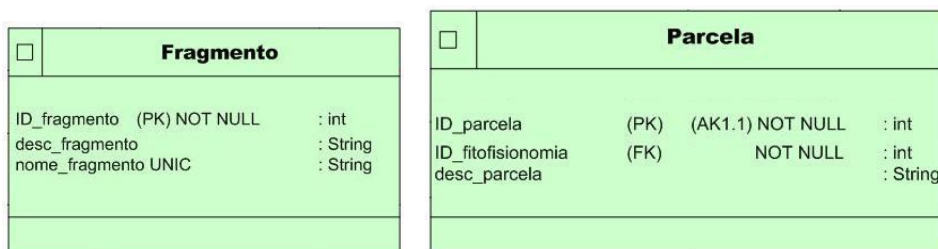


Figura 2 – Fragmento Fazendo Galheiros e parcelas, visualização no Google Earth

3.3 – Regionais, Núcleos do IEF e Unidades de Conservação

As Unidades Regionais do IEF (Instituto Estadual de florestas) também estão armazenadas no banco de dados e são úteis para estabelecer políticas florestais. As subdivisões das Regionais do IEF que também estão incluídas no banco de dados e são denominadas Núcleos do IEF. As Regionais e os Núcleos estão modelados de maneira semelhante às bacias e sub-bacias como Geo-Campos como Subvisão planar. Existe uma relação de agregação espacial entre as regionais e núcleos uma vez que as regionais são super-conjuntos espaciais dos núcleos.

As Unidades de conservação são áreas de preservação ambiental e são espalhadas por todo o estado de Minas Gerais. Para uma melhor política de controle ambiental as unidades de conservação também estão inclusas no SIG e conseqüentemente estão armazenadas no banco de dados. Podemos perceber as Unidades de Conservação na figura 3.

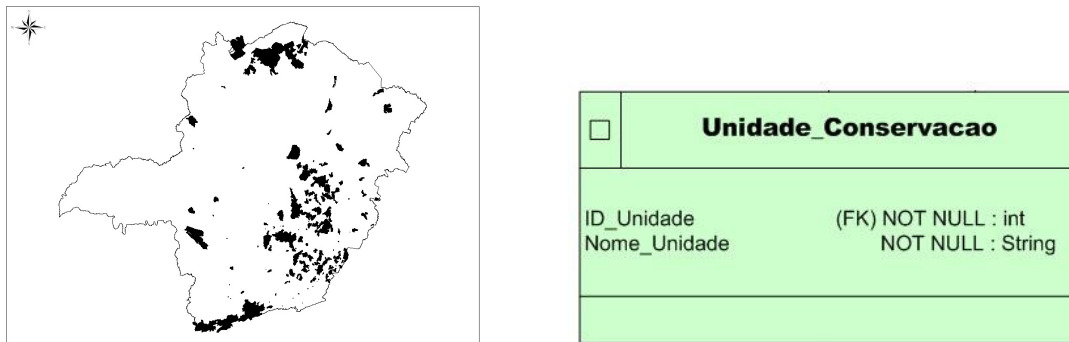


Figura 3 - Unidades de Conservação do IEF

3.4 - Fitofisionomias

Por último entraremos em detalhes sobre uma tabela muito importante em nossa modelagem de dados que é a tabela Fitofisionomia. Essa tabela possibilita relacionar geo-objetos com uma Fitofisionomia. Uma fitofisionomia é um tipo de vegetação cadastrada no banco de dados.

4 - Resultados

Depois do processo de modelagem, temos os dados organizados e podem ser utilizados por um SIG que realiza desde simples consultas até mesmo realizar pesquisas que utilizam complexos algoritmos que envolvem análises espaciais dos objetos espaciais presentes na SIG. Com os dados organizados dessa maneira, podemos realizar consultas e análises do tipo: Descobrir qual o fragmento de determinada fitofisionomia que está mais próximo de um objeto de pesquisa, esse objeto podendo ser por exemplo de um município. Podemos também calcular as áreas de fragmentos florestais, Unidades de conservação ou mesmo dos municípios. Podemos também calcular qual é o município mais próximo de outro que possui a mesma fitofisionomia. Existe uma infinidade de possibilidades de pesquisas e relações em Banco de dados espaciais que pode ser feitas uma vez que uma modelagem bem feita ocorre.

5- Conclusão

Para que os dados do Inventário florestal sejam úteis para consultas, análises e para a gestão do conhecimento gerado no processo de inventário, é essencial um processo de organização desses dados, pois a informação desorganizada não gera conhecimento. Devido a essa necessidade de organização é necessário um processo de modelagem de dados. O processo de modelagem conceitual de dado é crucial para determinar o sucesso ou falha de um processo de um banco de dados. A modelagem de dados para aplicações SIG não pode ser feita utilizando uma linguagem convencional de modelagem de dados. Existem diversos modelos de dados geográficos, porém nenhum deles se tornou padrão ao longo dos anos. A linguagem de modelagem de dados geográficos OMT-G possui um grande poder de expressividade para modelar dados geográficos e da suporte a todas as estruturas necessárias a uma modelagem de qualidade para um banco de dados espaço-temporal. Os dados do Inventário Florestal de Minas Gerais foram todos modelados de acordo com a Modelagem OMT-G. As qualidades da linguagem possibilitaram uma modelagem precisa e consistente de todo o trabalho. A modelagem de todo o banco de dados foi um sucesso e possibilitou que o SIG possa realizar pesquisas espaciais e consultas simples em banco de dados também. O SIG vem sendo implementado e utilizará o banco de dados que será utilizado de domínio público para auxiliar a aplicação de políticas ambientais do estado de Minas Gerais

6-Referencias Bibliográficas

- Laender, Alberto H. F. ; Davis Jr., Clodoveu ; Brauner, Daniela F. ; Câmara, G. ; Queiroz, Gilberio R. ; Ferreira, Karine R. ; Borges, Karla A. V. ; Souza, Ligiane A. ; Souza, Ligiane A. ; Vinhas, Lúbia ; Carvalho, Marcelo T. M. ; Casanova, Marco A. ; Vera, Mário S. ; Oliveira, Olga F. ; Lima Jr., Paulo O. L. ; Souza, Ricardo C. M. ; Dias, Taciana L.; Banco de Dados Geográficos , MundoGEO, Curitiba, 2005
- Lisboa, Jugurta ; Iochpe Cirano Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com Ênfase em Banco de Dados 10ª Escuela de Ciência Informáticas, Departamento de Computación, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 22 a 27 Julho 1996 XV JAI – **Jornada de Atualização em Informática, XVI Congresso da SBC**, Recife-PE, 4 a 9 de agosto de 1996
- Sampaio, Gustavo B. ; Gazola A. ; Liboa F., Jugurta ; Modelagem e Projeto de Banco de Dados Geográfico com Características Temporais, Departamento de Informática – Universidade Federal de Viçosa - MG – Brasil
- Silva Jr, Vamilson P. S. ; Modelagem do Banco de Dados geográficos e visualização do Inventário de Terras da SUB-bacia do Rio Ariranha – COBRAC 2004 – **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário** – UFSC Florianópolis 10 a 14 de Outubro 2004
- Queiroz, Gilberto Ribeiro ; Ribeiro, Karine Reis: Tutorial sobre Banco de Dados Geográficos. GeoBrasil 2006 **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**
- Murray Chuch Oracle Spatial User´s Guide and Reference, Release 9.01
- Davis, Clodoveu A. ; Laender Alberto H. ; Extensões ao modelo OMT-G para a Produção de Esquemas Dinâmicos de Apresentação
- Borges, Karla A. V. ; Davis Jr., Clodoveu A. ; Laender, Albero H. F. ; OMT-G: An Object-Oriented Data Model for Geographic Applications; PRODABEL - Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte Av. Presidente Carlos Luz, 127531230-000 - Belo Horizonte - MG – Brazil

Carvalho, Melissa ; Gherardi, Douglas, F, M ; Modelagem de um banco de dados geográfico para o mapeamento ambiental ao derramamento de óleo na zona costeira ; Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, Abril 2005, INPE, p.2101-2108

Ruschel, Cláudio ; Iochpe, Cirano; Lisboa Filho, Jugurta ; Modelagem de Processos de Análise Geográfica Utilizando o Framework Geoframe ; UFRGS – Instituto de Informática ; UFV – Departamento de Informática.