

Aquisição da Geometria de Dados Geoespaciais para a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)

Omar Antonio Lunardi¹
Linda Soraya Issmael²
Paulo Danilo Vargas Alves¹
Luiz Henrique Moreira de Carvalho²

¹ 3ª Divisão de Levantamento – 3ªDL/ Diretoria de Serviço Geográfico do Exército - DSG - Avenida Joaquim Nabuco, nº 1687 - Guadalupe - CEP: 53.240-650 - Olinda – PE
omarl@click21.com.br, pdanioloalves@bol.com.br

² Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) - Quartel General do Exército – QGEx - Bloco "F" - 2º Piso – Setor Militar Urbano – SMU - Brasília – Distrito Federal - DF- CEP: 70.630-901
lsoraya@terra.com.br, lhmcarrvalho@gmail.com

Abstract. In the global context, it is consensus that a Spatial Data Infrastructure (SDI) covers the technologies, policies, standards, institutional arrangements and human resources needed to acquire, process, store, distribute and improve the use, availability and access to geospatial data. The standards should regulate all aspects relevant to SDI, with a key aspect is interoperability. Which allows for the rationalization of resources, allowing the sharing, reuse and exchange of data and services. In analyzing geospatial data in this viewpoint, it is natural to assume there are standards that determine the use of technical specifications for the production of standardized geospatial data. The preparation of Technical Specification for Geospatial Vector Data Acquisition (ET-ADGV), allocation of Brazilian Army Geographical Service (DSG), which is constituted as a standard approved by the Brazilian National Commission of Cartography (CONCAR) and of the SDI, aims to define the rules for the construction of the attribute "geometry" of each class of objects that, as well as the essential attributes of the perfect individual instances. The classes of objects and their attribute qualifiers are defined in Technical Specification for Vector Structuring Geospatial Data (ET-EDGV), which sets the standard structure of geospatial data vector of SDI. The ET-ADGV addresses the attributes that define the origin of geometry and that qualify their accuracy and precision. In order to present the ET-ADGV, this article describes the goals of this standard, and addresses aspects of the structure of geospatial data and rules for acquisition of geometry of objects in the technical specification.

Palavras-chave: geospatial data, interoperability, data acquisition, dados geoespaciais, interoperabilidade, aquisição de dados.

1. Introdução

Até recentemente, mesmo com o advento da cartografia digital, o processo de produção cartográfica tinha por objetivo a obtenção de mapas, cartas ou plantas, com vistas ao atendimento das necessidades dos usuários no que se refere a apresentação pictórica desses produtos cartográficos, em meio analógico, impressos em papel e, em meio digital, exibidos em tela de monitor de computador.

Particularmente nas cartas gerais topográficas, as informações geoespaciais das feições naturais e artificiais do terreno eram transmitidas ao usuário apenas por meio de sua posição, definida por sua geometria, traçada segundo pontos, linhas ou áreas. Sempre que possível a representação era feita em verdadeira grandeza, ou então por intermédio de símbolos cartográficos, acrescida do respectivo topônimo, quando era o caso. Estes procedimentos utilizados estavam de acordo com as convenções cartográficas estabelecidas para cada escala de carta. A utilização dessas informações dependia essencialmente da inferência humana, para sua localização, interpretação e manipulação.

Dessa forma, como nos citados produtos cartográficos, os dados geoespaciais relativos à uma feição do terreno ficavam limitados à representação de sua geometria e à sua identificação, na forma mencionada, não havendo preocupação com os aspectos topológicos, não-espaciais ou temporais, dentre outros.

O manual que versa sobre a utilização de simbologias e convenções cartográficas é o Manual Técnico T34-700, Manual Técnico de Convenções Cartográficas (DSG, 2002), editado pela DSG, que está estruturado em duas partes: a 1ª parte, que descreve os dados geoespaciais e a 2ª parte, que define a forma de representação dos dados.

Com o advento do geoprocessamento, em especial dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), surge a necessidade de se definir o modo de aquisição da geometria dos dados geoespaciais e dos atributos correlatos, com vistas a garantir a homogenização da produção dos dados geoespaciais, em âmbito nacional. Além disto, deve-se garantir que todas os dados geoespaciais adquiridos para o mapeamento sistemático nacional estejam de acordo com o que está preconizado na Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). A implantação da INDE propicia a criação de um ambiente de interoperabilidade para intercâmbio de informações geoespaciais padronizadas de acordo com as normas e especificações técnicas da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR).

A Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) tem por objetivo padronizar e orientar todo o processo de aquisição da geometria dos vários tipos de dados geoespaciais vetoriais, presentes na Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV), da CONCAR, para qualquer que seja o insumo a ser utilizado (levantamento de campo, fotografias aéreas, imagens de sensores orbitais, etc.), visto que os processos de aquisição são similares. A elaboração da ET-ADGV é de inteira responsabilidade da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) e esta especificação substituirá a 1ª parte do Manual Técnico T 34-700.

2. A Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais

Como esclarecido anteriormente, todas as classes de objetos, atributos, além das relações espaciais e topológicas que são tratadas na fase de aquisição dos dados geoespaciais são estruturadas em uma norma específica denominada Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV).

A elaboração da ET-EDGV, atribuição de um comitê especializado da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) coordenado pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), iniciou com a criação de uma abstração do Espaço Geográfico Brasileiro (EGB), observando o nível de detalhamento adequado a uma base cartográfica sistemática. Esta abstração foi modelada seguindo o enfoque na tecnologia orientada a objetos.

Desta abstração foi necessário realizar recortes temáticos de interesse, que são denominadas de categorias da informação geográfica. Essas categorias, que são camadas de informação, podem ser visualizadas na Figura 1.



Figura 1. Categorias de Informação Geográfica do Espaço Geográfico Brasileiro. Fonte: CONCAR (2007).

A abstração dos elementos do mundo real deve seguir um recorte de visualização. Ou seja, no caso do processo de abstração dos objetos e fenômenos geográficos da fisiografia do EGB, foi considerada a percepção nas escalas do mapeamento sistemático (de 1/25.000 a 1/1.000.000). Além disto, foi considerada a funcionalidade principal dos elementos.

Segundo os estudos efetuados, a modelagem conceitual que melhor retrata estes dados geoespaciais é a OMT-G (Casanova et al., 2005), e foi a utilizada. A etapa subsequente foi a documentação seguindo o preconizado na UML 2.0 (Furlan, 1998), e como fonte de informação complementar a elaboração de um dicionários de dados. Um dos modelos conceituais (diagramas de classes da categoria Hidrografia) pode ser visualizado na Figura 2.

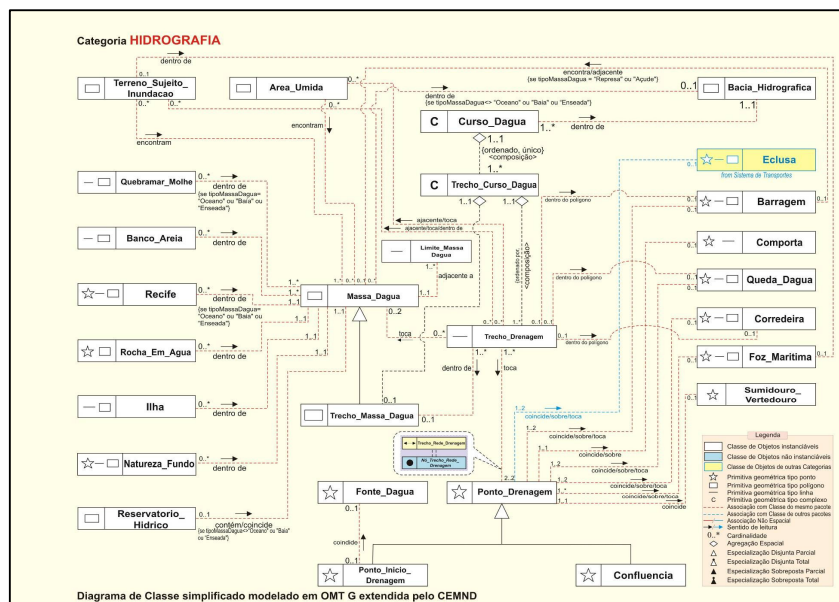


Figura 2. Diagrama de Classes da Categoria Hidrografia. Fonte: CONCAR (2007)

3. Ocorrência de Classes de Objetos Geoespaciais nas Escalas do Mapeamento Sistemático

Antes de se iniciar o processo de aquisição é necessário conhecer a definição para que escala de carta topográfica os dados geoespaciais vetoriais serão produzidos. A escala a considerar deverá ser a maior a que se destinem os referidos dados.

Foi analisada cada uma das classes de objetos e foi definido seu intervalo de ocorrência nas escalas do mapeamento sistemático, considerando o tipo de geometria que assume em cada escala, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Ocorrência de algumas classes de objetos da Hidrografia nas escalas do mapeamento sistemático. Fonte: DSG (2008)

CLASSE		PRIMITIVA GEOMÉTRICA	1:25.000	1:50.000	1:100.000	1:250.000	CRITÉRIO/OBS
Bacia_Hidrografica	-	-	-	-	-	-	A ser fornecido pela ANA
	-	-	-	-	-	-	
	Polígono	-	-	X	X	-	
Curso_Dagua	-	-	-	-	-	-	Agregador
	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	
Trecho_Curso_Dagua	-	-	-	-	-	-	Agregador
	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	
Massa_Dagua	Oceano	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
		Polígono	X	X	X	X	Área ≥ 5 X 5mm
	Baía	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
		Polígono	X	X	X	X	Área ≥ 5 X 5mm
	Enseada	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
		Polígono	X	X	X	X	Área ≥ 5 X 5mm
	Meandro Abandonado	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
		Polígono	X	X	X	X	Área ≥ 5 X 5mm
	Lago/Lagoa	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
		Polígono	X	X	X	X	Área ≥ 5 X 5mm
Represa/Açude	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	
	Polígono	X	X	X	X	Área ≥ 5 X 5mm	

4. Precisão e Acurácia do Atributo Geometria das Instâncias das Classes de Objetos

Com a evolução da tecnologia e dos processos para aquisição de dados geoespaciais vetoriais vários erros inerentes à elaboração de produtos cartográficos foram suprimidos ou reduzidos a valores substancialmente menores, ao passo que outros, em menor número, foram criados.

Os produtos cartográficos produzidos até o ano de 1994 são oriundos de processos óptico-mecânicos, que eram responsáveis por uma considerável cadeia de erros. Para classificar a qualidade de um determinado produto criou-se o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), dividido em 3 classes: A, B e C.

Os atuais recursos tecnológicos e metodologias empregadas na produção cartográfica em meio digital sinalizam para a necessidade de ser efetuada uma análise para definir novos padrões para a aceitabilidade da qualidade dos produtos cartográficos digitais, quanto à sua acurácia e precisão.

A equipe técnica da DSG vem realizando estudos teóricos e práticos sobre o assunto, que possibilitam propor um padrão preliminar que define uma classificação baseada em análises sobre os documentos elaborados desde 1994, que indicam que a geometria pode ser adquirida com valores de precisão e acurácia melhores que os previstos para os produtos analógicos, preconizados no PEC.

5. Metadados Considerados para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais

Os objetos geoespaciais devem possuir atributos que identifiquem a sua origem, sua temporalidade, além da precisão e a acurácia do seu atributo geometria. Com estas informações, os usuários podem definir se os mesmos estão ou não adequados ao uso a que se destinam. A Infra-estrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) prevê que todas informações sobre os dados geoespaciais, consideradas como essenciais, sejam fornecidas aos usuários. Considerando que a ET-ADGV orienta a aquisição de instâncias e seus atributos, e certos metadados devem ser documentados em nível de cada instância de uma classe de objeto, cabe à esta especificação prever o preenchimento destas informações.

Nas normas internacionais, há a definição de que os metadados devem ser cadastrados em diversos níveis, os quais abrangem desde os relativos a atributos até os correspondentes ao conjunto dos dados, no entanto, na ET-EDGV foi definido um modelo de metadados, que se restringe a apenas aqueles relacionados ao atributo *geometria* de cada instância, com aderência a padrões internacionais. Esta restrição deve-se à complexidade de regular os metadados de todos os atributos de uma instância e por considerar a geometria como o atributo de maior importância e de dificuldade para a aquisição. Acredita-se que futuras versões poderão tratar também de metadados dos atributos alfanuméricos.

6. Regras de Aquisição da Geometria de Dados Geoespaciais Vetoriais

A ET-ADGV, cuja elaboração é de responsabilidade da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), como esclarecido anteriormente, compõe um documento que define as regras para a construção dos atributos da geometria de cada classe de objeto constante da modelagem do EGB, nas suas diversas categorias da informação geográfica. Esta especificação reflete a forma como foram modelados as classes dos objetos e seus relacionamentos espaciais.

Estas regras para a construção da geometria abordam 4 (quatro) itens:

- a) Finalidade complementar da geometria do objeto – explicação opcional, indicada para o entendimento das funcionalidades adicionais da geometria dos objetos, não obrigatória;
- b) Regra geral – define a(s) primitiva(s) geométrica(s) e estabelece os procedimentos genéricos para o traçado da geometria e, se for o caso, apresentará ainda casos particulares;
- c) Atributos – limitar-se-á aos atributos cujo preenchimento é obrigatório (no momento de aquisição da geometria e são essenciais ao processo de produção de dados geoespaciais vetoriais);
- d) Relacionamentos Espaciais e Não Espaciais – explicita as implicações dos relacionamentos constantes do diagrama de classes da ET-EDGV em face da construção da geometria.

Foi inserido um conceito importante nesta especificação técnica, que trata das denominadas descontinuidades. Uma descontinuidade é uma classe de objetos que sinaliza determinadas interrupções ou falta de informação no momento da aquisição das informações. As descontinuidades ocorrem por diversos motivos, a saber:

- a) Descontinuidades geradas devido à aquisição da geometria das classes ter sido feita em épocas diferentes em cada insumo adjacente;
- b) Descontinuidades geradas em função dos diferentes Sistemas Geodésicos e de Projeção de cada insumo;
- c) Descontinuidades geradas devido à utilização de insumos (fotografias aéreas, fotolitos, imagens orbitais etc) em diferentes escalas, no momento da aquisição em cada insumo adjacente;
- d) Descontinuidades por falta de acurácia (além da tolerância aceitável para

ligação) na aquisição de objetos em um dos insumos adjacentes;

e) Descontinuidades geradas devido a diferentes interpretações das classes, em cada insumo adjacente (folha, fotolito);

f) Descontinuidades por omissão (objeto necessário para a escala em questão) na aquisição de objetos em um dos insumos adjacentes;

g) Descontinuidades por excesso (objeto desnecessário para a escala em questão) na aquisição de objetos em um dos insumos adjacentes;

h) Descontinuidades por diferenças nas especificações técnicas em projetos adjacentes e de mesma escala na aquisição de objetos em um dos insumos adjacentes.

Um exemplo de uma regra de construção contida da ET-ADGV encontra-se na

figura 3.

Classe		Código	Primitiva geométrica
Entroncamento		4.09	☆
Situação	Método de Confecção	Ilustração	
Geral	<p>Regra Geral: A regra geral de construção da geometria dos objetos da classe Entroncamento é:</p> <p>1) Primitiva geométrica do tipo ponto.</p> <p>Atributos: geometriaAproximada= “Sim” ou “Não”; tipoEntroncamento= “Cruzamento rodoviário” ou “Círculo rodoviário” ou “Trevo rodoviário” ou “Rótula” ou “Entroncamento ferroviário” ou “Outros”.</p> <p>Relacionamentos:</p> <p>- Esta classe pode ser coincidente com um objeto da classe Ponto_Rodoviario_Ferrovuario, através de suas especializações Ponto_Rodoviario ou Ponto_Ferrovuario.</p> <p>NOTA:</p> <p>1) Se o valor de domínio do atributo tipoEntroncamento= “Círculo rodoviário” ou “Trevo rodoviário” ou “Rótula”, a nível de representação cartográfica, então, será utilizado o símbolo correspondente.</p> <p>2) Todo tipoTrechoRod= “Acesso”, receberá um identificador correspondente ao trecho que o <u>precede</u>, observando sentido de circulação.</p>		

Figura 3. Regra geral de aquisição dos objetos da classe Entroncamento. Fonte: DSG (2008).

7. Considerações Finais

A proposta da criação de uma INDE tem como base o princípio de cooperação entre sistemas, o acesso livre às informações geográficas, a interoperabilidade possibilitada pela padronização dos metadados.

Visto que atualmente, o potencial de compartilhamento dessas informações não tem sido explorado na sua completude, pois há a necessidade de se criar padronizações para o intercâmbio de dados.

Para se obter esta interoperabilidade, se faz necessária a criação de modelos de dados que servirão de padrão de compartilhamento. Estes modelos representativos dos dados geoespaciais considerados para um mapeamento sistemático nacional estão definidos e documentados na ET-EDGV.

Porém, a aquisição dos dados geoespaciais deve ser realizada de uma forma padronizada também, para que estes dados sejam estruturados de acordo com as regras definidas na ET-EDGV e possam ser integrados nesta estrutura.

Para tal, a DSG elaborou a ET-ADGV, considerada de elevada importância para orientar os produtores na aquisição de informação geoespacial com as regras de construção de geometria de objetos, a definição dos metadados de geometria, a orientação sobre precisão e acurácia do atributo geometria. Todos estes requisitos são fundamentais e fazem parte uma das etapas de construção da INDE.

8. Referências Bibliográficas

Borges, K. A. V., Junior, C. A. D., Laender, A. H. F., 2005. **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos**. In: Casanova, M. A., Câmara, G., Junior, C. A. D., Queiroz, G. R. Banco de Dados Geográficos. Curitiba: Editora MundoGEO.

Burrough, D. A., 1999. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Clarendon Press: Oxford.

Casanova, M. A., Brauner, D. F., Câmara, G., Junior, P. O. L., 2005. **Integração e Interoperabilidade entre Fontes de Dados Geográficos**. In: Casanova, M.A., Câmara, G., Junior, C.A.D., Queiroz, G.R. Banco de Dados Geográficos. Curitiba: Editora MundoGEO,.

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

DSG – Diretoria do Serviço Geográfico, 2008. **Especificação Técnica para Aquisição da Geometria dos Dados Vetoriais Geo-espaciais da Infra-Estrutura Brasileira de Dados Geo-espaciais (ET-ADGV) –Versão Preliminar**. Brasília.

DSG – Diretoria do Serviço Geográfico, 2002. **Manual Técnico de Convenções Cartográficas T-34-700, 1ª e 2ª Partes**. Brasília.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia, 2007. **Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV)**. Rio de Janeiro.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia, 2007. Comitê para a Estruturação da Mapoteca Nacional Digital. **Mapoteca Nacional Digital**. Disponível em < www.concar.ibge.gov.br > Acesso em: jul 2007.

Freitas, A. L. B., 2005. **Catálogo de Metadados de Dados Cartográficos como Suporte para a Implementação de Clearinghouse Nacional**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Cartográfica do Instituto Militar de Engenharia - Rio de Janeiro : IME, 282 p.

Furlan, J. D., 1998. **Modelagem de Objetos através da UML**. São Paulo: Makron Books.

Leite, J. C., 2000. **Análise e Especificação de Requisitos**. In: Notas de Aula de Engenharia de Software. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Disponível em: <<http://www2.dem.inpe.br/ijar/EngSofAnalEspec.html>>. Acesso em: jul de 2007.

Marino, M. T. **Integração de Informações em Ambientes Científicos na WEB: uma Abordagem Baseada na Arquitetura RDF**. Tese. UFRJ, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://dataware.nce.ufrj.br:8080/dataware/publicacoes/dataware/fisico/teses/metadados/MARINO-2001.pdf>> . Acesso em: 27 set. 2005.

Silva, M. S., 2006. **Sistemas de Informações Geográficas: Elementos para o Desenvolvimento de Bibliotecas Digitais Geográficas Distribuídas**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade do Estado de São Paulo – UNESP. Marília, São Paulo – SP.