

Proposta de metodologia para conversão das feições da Tabela da Base Cartográfica Digital (TBCD) para a Estruturação de Dados Geospaciais Vetoriais (EDGV)

Marcelo Barreto de Mello¹
Valdemar José Domingues Júnior²
Emerson Magnus de Araújo Xavier³

¹5ª Divisão de Levantamento – 5ª DL
Rua Major Daemon, 81, Saúde - Rio de Janeiro - RJ
mbmtopo@yahoo.com.br

²Companhia de Comando do Comando Militar do Nordeste – Cia Cmdo CMNE
BR-232, km 7, Curado - Recife - PE
valdominguersjr@bol.com.br

³Diretoria de Serviço Geográfico – DSG
Quartel-General do Exército, Bloco F, 2º Pav, SMU - Brasília - DF
emerson@dsg.eb.mil.br

Abstract. One of the main challenges to implement current Spatial Data Infrastructures (SDI) is the existence of a semantic and syntactic heterogeneity in Geographic Information Systems (GIS). During the first-generation of digital cartography was created a data model named Table of the Digital Cartographic Base (TBCD) to be used with CAD software. Currently, about 1500 topographic maps exist in this format, stored as DGN files. But this format is not structured for modern GIS systems, as required for the Brazilian SDI (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE). INDE is the integrated set of technologies, policies, standards and coordination necessary to promote access and dissemination of geospatial data produced by Brazilian government agencies. One of its standards is the Technical Specification for Structuring Vector Geospatial Data (EDGV). EDGV defines the data model for the Brazilian reference mapping. Data produced under the rules of this model can be stored in common GIS file formats, like Shapefile (SHP). This paper proposes a methodology to convert the legacy data in TBCD model, using DGN files, to the current semantic - EDGV, kept in SHP structures. The objective is to publish these data in the INDE, so it can be available to the Brazilian society in the large. The results validate this approach by successfully convert three topographic maps from DGN in TBCD to SHP in EDGV. The proposed methodology focus on TBCD to EDGV, but this approach also can be used to convert other legacy data model to an INDE-enabled environment.

Palavras-chave: SIG, interoperabilidade, INDE, GIS, interoperability, Brazilian SDI

1. Introdução

A existência de diversos modelos e formatos de dados digitais tem restringido o uso da geoinformação e o desenvolvimento de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A integração de informações é uma das características mais importantes de um SIG (Câmara e Queiroz, 2004). Os produtos cartográficos devem ser utilizados por SIG, visando atender não só a necessidade dos profissionais da cartografia como também a crescente demanda por informações geospaciais na sociedade moderna, particularmente na comunidade de sensoriamento remoto e geoinformação.

Segundo a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR, 2008), “a multiplicidade de geotecnologias existentes no mercado, a produção de dados geospaciais e sua distribuição tornam-se mais ágeis a cada dia. No entanto, é essencial que a geração de tais dados se faça de acordo com padrões e especificações técnicas que garantam seu compartilhamento, sua interoperabilidade e sua disseminação entre os produtores e usuários de dados e informação cartográfica, com consequente racionalização de recursos”.

Diante desta realidade, a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG), ciente da sua responsabilidade no tocante ao problema, necessita converter sua base de dados

digitais legada para os padrões da cartografia nacional atuais. Essa base legada foi construída sob a semântica da Tabela da Base Cartográfica Digital (TBCD), com uma estrutura de arquivos CAD (*Computer-Aided Design*). O modelo de dados atual para a cartografia brasileira está definida na Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV). Esta especificação define uma modelagem de dados geoespaciais adequada para o uso em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A EDGV vem ganhando importância com a criação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil (INDE) (Brasil, 2008).

Segundo DSG (2011), ainda existem mais de 1500 cartas topográficas vetoriais armazenadas em arquivos DGN (DesiGN file) nas escalas 1:50.000 e 1:100.000 usando a estrutura da TBCD. O primeiro passo para que estes produtos geoespaciais sejam efetivamente utilizados pela comunidade de geoinformação é a sua conversão para a semântica da EDGV. Uma vez convertidos para uma plataforma de SIG, estes produtos podem ser disponibilizados na INDE por meio do Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx) para toda a sociedade.

Diante do exposto, a metodologia proposta neste trabalho tem como objetivo principal mapear as feições da TBCD conforme as categorias constantes na EDGV, de acordo com a sua relação de classes de objetos e seus atributos.

Este artigo está estruturado conforme segue. a 2ª seção apresenta os conceitos e especificações que servem de apoio ao trabalho. A 3ª seção apresenta a solução proposta e os métodos utilizados para se chegar a ela. Os experimentos que validam a solução estão apresentados na 4ª seção. Finalizando, as discussões dos resultados obtidos e demais conclusões são tratados na 5ª e última seção.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta os conceitos e especificações necessários para o entendimento da metodologia proposta e da solução apresentada a respeito da conversão de arquivos gráficos em TBCD para EDGV.

A Tabela da Base Cartográfica Digital (TBCD) é o apêndice 1 das Normas Provisórias para Estruturação de Arquivos Digitais (NPEAD). Essas normas foram criadas com a finalidade de definir os procedimentos e meios necessários para estruturar e validar as cartas topográficas vetoriais componentes do mapeamento sistemático brasileiro (DSG, 1998).

A TBCD contém as categorias e suas respectivas feições geográficas utilizadas no processo de automatização da cartografia. Durante esse processo, arquivos gráficos de formato DGN são criados para o armazenamento digital da produção cartográfica analógica.

As cartas vetoriais construídas à época da TBCD estão armazenadas no formato DGN. Este formato implica num arquivo binário que contém os dados sob a forma de elementos gráficos (Bentley Systems, 1995). Os elementos gráficos são posicionados no arquivo na sequência em que foram desenhados, a partir dos elementos do cabeçalho e de uma sequência inicial de elementos de configuração do arquivo. São divididos em elementos primitivos e elementos complexos. O elemento complexo é construído a partir do agrupamento de elementos gráficos primitivos, formando uma entidade única (Duque Estrada, 2003).

O formato ESRI Shapefile (SHP) é popular e aberto, que contém dados geoespaciais armazenados em vetores digitais e criado e regulamentado pela empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute). É um formato simples que suporta geometrias do tipo pontos, linha e polígono, e seus atributos associados (ESRI, 1998). Este formato permite armazenar os dados na semântica da EDGV com poucas limitações.

A Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) foi resultado de esforços envolvendo órgãos que fazem parte da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) no sentido de se buscar uma padronização na automação da

produção cartográfica.

A ET-EDGV é componente importante da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), que foi legalmente instituída pelo Decreto Presidencial nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. De acordo com o Brasil (2008), a INDE é o conjunto integrado de tecnologias, políticas, coordenação e padrões necessário para promover o acesso e disseminação de dados geoespaciais produzidos por órgãos públicos do Poder Executivo. Este decreto define conceitos, estabelece diretrizes, prazos e responsabilidades para a criação da INDE.

Os conceitos constantes na ET-EDGV estão baseados na modelagem conceitual de dados geoespaciais vetoriais, cujas ocorrências são representadas por classes de objetos agrupadas em 13 categorias de informação. Há uma certa relação entre essas categorias e as consideradas na TBCD (Sistema de Transporte, Infraestrutura, Edificações, Limites, Pontos de Referência, Hidrografia, Localidades, Altimetria, Vegetação). O aumento no número de categorias na EDGV se deve ao fato de algumas categorias da TBCD terem sido desmembradas em outras.

3. Mapeando o catálogo de feições TBCD para EDGV

Na tentativa de solucionar o problema quanto à padronização na geração de dados geoespaciais, a solução que está sendo apresentada consiste em mapear os conceitos relativos às classes descritas na TBCD, para as classes e atributos da EDGV.

A metodologia proposta consiste em fazer a correspondência entre os tipos de feições da TBCD e classes da EDGV. Uma vez identificada essa correspondência, os atributos descritivos não nulos das classes, bem como seus domínios, são preenchidos numa tabela com as informações relativas às correspondentes disponíveis na TBCD. Assim, as feições foram sendo mapeadas: de um lado as feições da TBCD com suas propriedades; do outro, os atributos descritivos não nulos das classes da EDGV com os valores correspondentes. Dessa maneira, todos os elementos possíveis e significativos de cada feição da TBCD foram repassados para cada classe correspondente da EDGV. A Tabela 1 traz exemplos deste método de trabalho.

Tabela 1. Mapeamento das feições 620 e 622

TBCD		EDGV		
Tipo de feição	Descrição	Classe	Atributo	Valor
620_CURS_AG_P ER_LIN_MAR_IND _NREP	Curso d'água permanente de linha marginal indefinida não representável em escala	Trecho_Drenagem	coincideComDentroDe	Rio
			dentroDePoligono	Sim
			compartilhado	Não
			eixoPrincipal	Sim
			regime	Permanente com grande variação
			geometriaAproximada	Sim
			navegabilidade	Desconhecida
622_CURS_AG_T EMP_ALUV_NREP	Curso d'água temporário (intermitente ou periódico) ou de aluvião não representável em escala	Trecho_Drenagem	coincideComDentroDe	Rio
			dentroDePoligono	Sim
			compartilhado	Não
			eixoPrincipal	Sim
			regime	Temporário
			geometriaAproximada	Desconhecida
			navegabilidade	Sim

Os tipos de feições 620 e 622 (cursos d'água) da TBCD correspondem à classe “Trecho_Drenagem” na EDGV (Tabela 1) e os atributos e foram preenchidos conforme a

descrição apresentada.

Poucos tipos de feições na TBCD apresentam o mesmo nome de classes similares na EDGV. Uma das exceções é o caso da classe “100_TRILHA_OU_PICADA” da TBCD, que coincide com a classe “Trilha_Picada” da EDGV. Estes exemplos estão apresentados na Tabela 2. Na maioria das vezes, a feição da TBCD apresenta nome semelhante a um domínio do atributo na EDGV, como é o caso da feição “101_CAMINHO_CARROCAVEL” da TBCD; nesse caso, o nome da feição não é o mesmo da classe (“Trecho_Rodoviario”), nem do atributo (“tipoTrechoRod”), e sim do domínio do atributo na EDGV. Um outro exemplo é o tipo de feição 102 da TBCD, cuja descrição é “Rodovia de tráfego periódico”. Neste caso, o fato do tráfego ser periódico facilita o preenchimento do domínio do atributo “trafego” na classe correspondente da EDGV, o qual foi considerado “Periódico” (Tabela 2), apesar de outras opções disponíveis para o atributo.

Tabela 2. Mapeamento das feições 100, 101 e 102.

TBCD		EDGV		
Tipo de feição	Descrição	Classe	Atributo	Valor
100_TRILHA_OU_PICADA	Trilha ou picada	Trilha_Picada	geometriaAproximada	Não
101_CAMINHO_CARROCAVEL	Caminho carroçável	Trecho_Rodoviario	tipoTrechoRod	Caminho carroçável
			revestimento	Leito natural
			nrFaixas	A ser preenchido
			canteiroDivisorio	Não
			geometriaAproximada	Não
			jurisdicao	Desconhecida
			administracao	Desconhecida
			operacional	Desconhecido
			situacaoFisica	Desconhecida
			trafego	Desconhecido
102_RODOVIA_NAO_PAV_TRAF_PERIOD	Rodovia de tráfego periódico não pavimentada	Trecho_Rodoviario	tipoTrechoRod	Rodovia
			revestimento	Leito natural
			operacional	Sim
			trafego	Periódico
			nrFaixas	A ser preenchido
			canteiroDivisorio	Não
			geometriaAproximada	Não
			jurisdicao	Desconhecida
			administracao	Desconhecida
			situacaoFisica	Desconhecida

O preenchimento do atributo “geometriaAproximada” com valores “sim” ou “não” depende da representação da feição na carta, de acordo com a sua geometria (se célula ou ponto, linha, área ou polígono), ou seja, se a feição for representada em escala, o domínio será preenchido com “Não”; caso contrário, a feição será representada na carta por um símbolo cartográfico e o domínio do atributo “geometriaAproximada” será preenchido com “Sim”.

No processo de mapeamento dos modelos, boa parte dos atributos descritivos da EDGV foram preenchidos como “Desconhecido” ou ainda “A ser preenchido”, tendo em vista a necessidade de determiná-los externamente.

Durante o mapeamento, foi verificado que o atributo gráfico “cor” das feições da TBCD

não se repetia em nenhuma delas, indo de 0 (na feição 100) até 253 (na feição 912) e essa observação foi utilizada como critério no momento da conversão dos dados.

4. Experimento: convertendo cartas DGN para SHP

Com as feições devidamente mapeadas, o próximo passo é converter os dados para verificar a validade da metodologia.

Nessa etapa, foi utilizado o software FME Workbench, uma ferramenta que provê a interoperabilidade entre dados CAD e SIG, o que o torna uma eficaz alternativa no tocante à transformação de dados em múltiplos formatos de maneira rápida e simples, por meio da criação de tabelas de fluxos de dados. Nesta fase, o atributo gráfico “cor” facilitou a conversão, por identificar univocamente cada tipo de feição da TBCD.

A fim de validar a solução proposta por esta metodologia, foram utilizadas três cartas topográficas matriciais: MI 2218 Buritis, 2220 Rio Acari e 2221 São Francisco, oriundas da 5ª Divisão de Levantamento (5ª DL), todas em arquivos gráficos DGN. As cartas foram convertidas de DGN no modelo da TBCD para arquivos SHP seguindo o modelo da EDGV usando a tabela do FME que materializa o mapeamento dos conceitos.

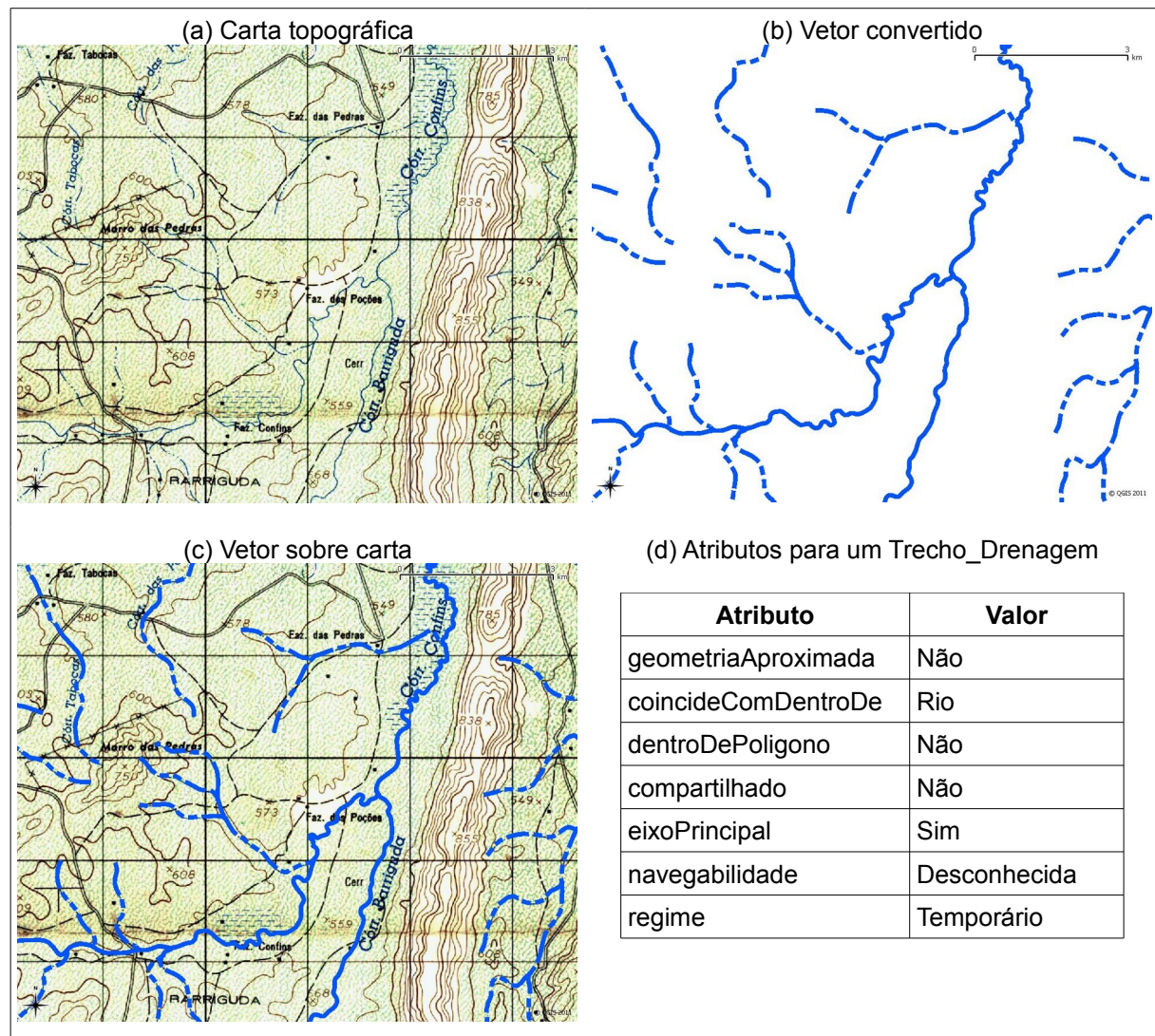


Figura 1. Resultados para trecho de drenagem.

A Figura 1 mostra feições do tipo curso d'água, correspondentes à classe

“Trecho_Drenagem”, antes e depois da conversão dos dados. No canto superior esquerdo (Figura 1a) está um extrato da carta original. No canto superior direito (Figura 1b), os dados convertidos mostram a localização das feições. O canto inferior esquerdo (Figura 1c) apresenta o resultado obtido após a conversão dos dados, comparando a posição das feições por meio de uma sobreposição com a carta topográfica original. Por fim, o canto inferior direito (Figura 1d) mostra os atributos de uma das feições num SIG.

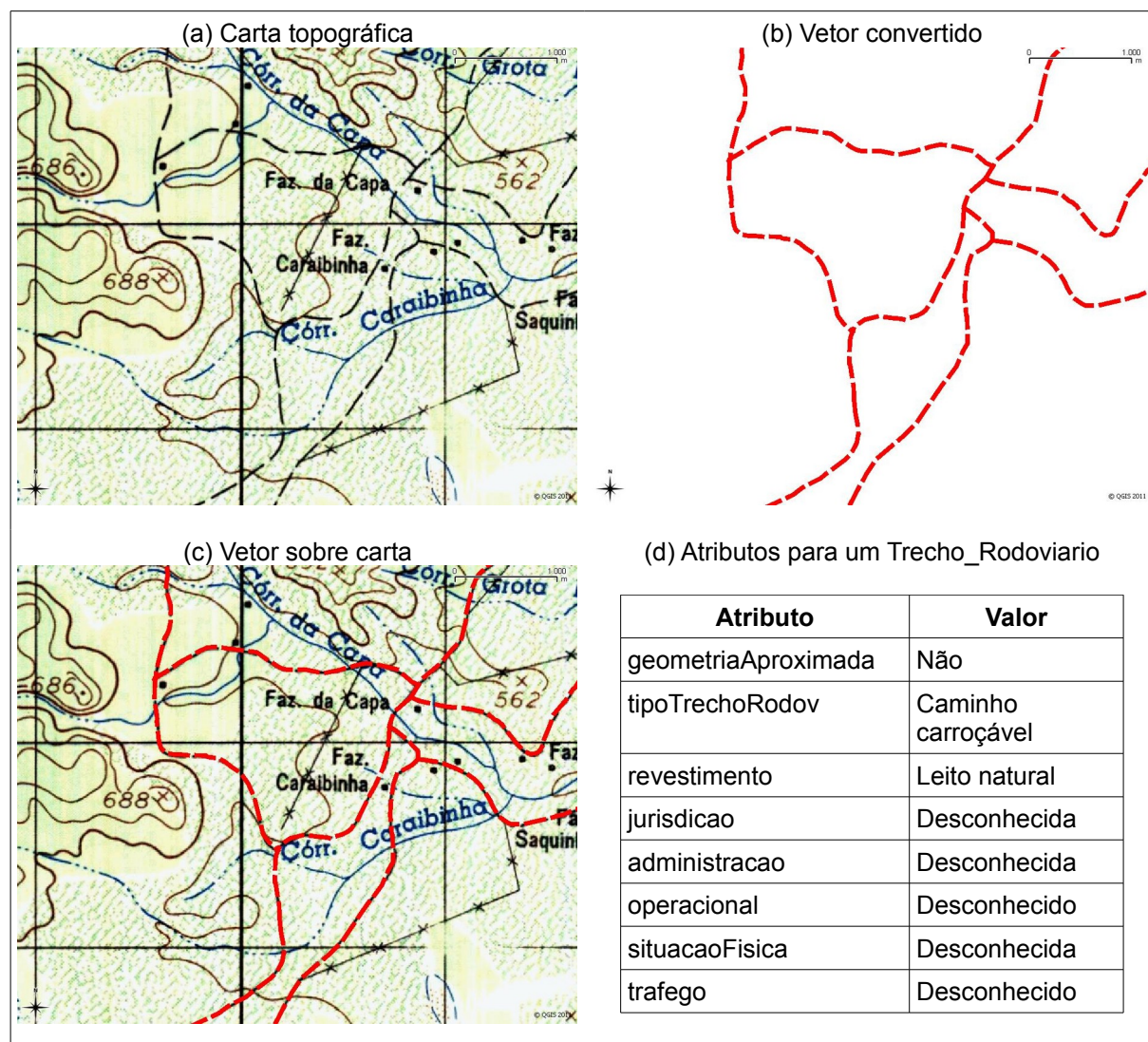


Figura 2. Resultados para trecho rodoviário.

Os resultados para a conversão de um “caminho carroçável” na TBCD para um “Trecho_Rodoviario” da EDGV estão apresentados na Figura 2. Os objetos no DGN foram convertidos para SHP conforme esperado. A geometria foi convertida sem problemas (Figura 2c) e os atributos descritivos foram preenchidos conforme as regras definidas na tabela de conversão do FME (Figura 2d).

Nas Figuras 1 e 2 é possível notar que existem diversos atributos que foram preenchidos com o valor “Desconhecido”. Essa é uma limitação não da solução proposta, mas sim do modelo da TBCD associado ao formato do DGN.

5. Discussão dos resultados e conclusões

Em conformidade com as normas da cartografia nacional, a solução proposta neste

trabalho permite converter as feições oriundas das TBCD para atender às ET-EDGV. O objetivo é uniformizar a semântica da informação georreferenciada para disponibilizar essa informação segundo um padrão específico, contribuindo, assim, para um intercâmbio seguro, uniforme, coerente e eficiente.

Este artigo foca na conversão semântica entre diferentes modelos de dados, particularmente na conversão da base de dados legada no modelo da TBCD para o da EDGV. Porém, os procedimentos descritos podem ser aplicados em situações similares, para converter bases de dados geoespaciais em diferentes modelos de dados.

Os resultados deste trabalho têm aplicação direta na segunda fase do Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx), nó da DSG na INDE. Com esta metodologia será possível converter centenas de produtos legados para o modelo de dados corrente. Os dados convertidos para SIG podem ser disponibilizados para a sociedade e, ainda, podem ser atualizados em aplicativos SIG atuais.

Alguns pontos resultantes do experimento, e comprovados na visualização pós-conversão por ocasião da comparação, foram a ausência da toponímia e dos valores cotados, o que pode servir de fator motivador para trabalhos futuros.

Referências

Bentley Systems. **MicroStation Development and Support Guide**. Version 5. USA: Bentley, 1995.

Brasil. **Decreto Presidencial nº 6.666, de 27 de novembro de 2008**. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm>. Acesso em: 15 nov. 2012.

Câmara G.; Queiroz, G. R. Arquiteturas de sistemas de informação geográfica. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. (Org.). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2012.

CONCAR. **Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais**. ET-EDGV. 2008.

DSG. **Normas Provisórias para Estruturação de Arquivos Digitais**. NPEAD. 1998.

DSG. **Produtos Digitais – Cartas do Brasil**. 2011.

Duque Estrada, R. P. **Integração semântica e de dados entre sistemas de informações geográficas heterogêneos**. 180 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2003

ESRI. **ESRI Shapefile Technical Description**. 1998. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2012.