

Infra-Estrutura dos Dados Espaciais Brasileira – Mapoteca Nacional Digital

Ten Cel Eng Cart. Omar Antônio Lunardi ^{1 2}
Eng. Cart. Moema José de Carvalho Augusto ^{1 3}

¹ CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia -
Subcomissão de Dados Espaciais (SDE)- Comitê de Estruturação da Mapoteca Nacional Digital (CEMND)
omar@click21.com.br
moemajose@ibge.gov.br

² CIGEX/DSG - Centro de Imagens e Informações Geográficas do Exército -
Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) - Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT)-
Exército Brasileiro
Rodovia DF 001 - KM 4,5 - Bairro: Sobradinho
CEP: 73001-970 - Cidade: Brasília - DF
omar@click21.com.br

³ IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Depto. de Cartografia
Av. Brasil nº 15.671 - Bloco 3B - 3º andar - Bairro: Parada de Lucas
CEP: 21.241-051 - Cidade: Rio de Janeiro - RJ
moemajose@ibge.gov.br

Resumo: A produção dos dados geoespaciais e sua conseqüente disseminação crescem exponencialmente a cada dia, em decorrência da multiplicidade das geotecnologias surgidas e da WEB. Estes dados vêm sendo gerados com estruturas diversas, dificultando e, às vezes, impossibilitando o compartilhamento de dados. Assim, surgiu a necessidade da normatização de um padrão único nacional de intercâmbio de dados. Esta normatização, que criará condições para o compartilhamento de dados geoespaciais, deve ser definida na Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Desta forma dados produzidos segundo estes critérios poderão ser incorporados ao Sistema Cartográfico Nacional. Para a criação destas normas da INDE, a Comissão Nacional de Cartografia criou vários Comitês de Trabalho, entre os quais o Comitê de Estruturação da Mapoteca Nacional Digital. Este Comitê vêm trabalhando no sentido de propor a estruturação de uma Mapoteca Nacional Digital (MND). Este artigo se propõe a apresentar os trabalhos realizados até 2005 na estruturação da MND.

Palavras chaves: MND, INDE, mapeamento de referência.

Abstract: The production of the geo-spatial data and its consequent dissemination grow exponentially to each day, in result of the multiplicity of the appeared geo-technologies and the WEB. These data come being generated with diverse structures, making it difficult and disabling the data sharing. Thus, the necessity appeared of the standardization of an only standard national data-exchange. This standardization, that will create conditions for the sharing of geo-spatial data, must be defined in the National Infrastructure of Spatial Data (INDE). In such a way, produced data as these criteria could be incorporated the National Cartographic System. For the creation of these INDE norms, the National Commission of Cartography created some Committees of Work, between which the Committee of Structuring of the Digital National Maps. This Committee comes working in the direction to consider structuring of the Digital National Maps (MND). This article considers presenting the executed works until 2005 in structuring of the MND.

Keywords: MND, INDE, reference mapping.

1 Considerações Iniciais

O emprego de dados espaciais referenciados a superfície terrestre para a gestão territorial e ambiental é um fato presente no dia a dia dos usuários, sejam eles institucionais ou particulares. Este fato gera uma demanda exponencial que exige a produção e disseminação destes dados em escala cada vez maior. A produção e disseminação são aceleradas pelo uso crescente da Web (*World Wide Web*) e de geotecnologias (Sensoriamento Remoto, Posicionamento por Satélite e Sistema de Informação Geográfica).

Até o início da década de 80, o Sistema Cartográfico Nacional apresentava uma ampla normalização que garantia os padrões mínimos necessários aos produtos gerados com as tecnologias disponíveis até aquela época. Porém com o advento das novas tecnologias e a necessidade da produção de dados digitais georreferenciados, estas normas não mais regulavam todos os aspectos essenciais. Uma consequência desta situação é que estes dados geoespaciais vêm sendo gerados segundo a estrutura desenvolvida e adequada aos interesses e as tecnologias que cada produtor possui. Com isso o compartilhamento de dados passou a exigir retrabalho, que infelizmente, não era possível em diversos casos.

A Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) engloba as tecnologias, políticas, normas e recursos humanos necessários para adquirir, processar, armazenar, distribuir e melhorar a utilização de dados georreferenciados. Entre as normas desta infraestrutura deve estar presente uma que defina apropriadamente a descrição e distribuição de informações geoespaciais, e que permita a disseminação e a disponibilização das informações digitais, otimizando assim sua partilha, e maximizando a utilidade dos recursos informacionais.

Tal necessidade foi identificada pelos órgãos responsáveis pelo mapeamento de referência e os produtores de informação geográfica do Sistema Cartográfico Nacional (SCN), quando se percebeu o problema da multiplicidade de estruturas de dados e que algumas delas eram incompatíveis. Já em 1992, foi verificada a referida necessidade na Agenda 21, documento elaborado durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada no Rio de Janeiro (MMA, 2000), onde foi levantado que a disponibilização dos produtos geoespaciais deve garantir a facilidade de intercâmbio de dados.

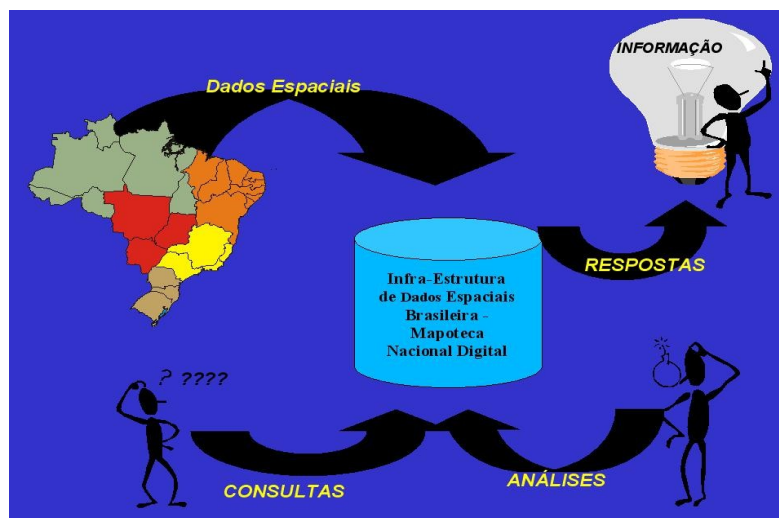


Figura 1: Fluxo de acesso a INDE/MND.

Uma Mapoteca Nacional Digital (MND) (CONCAR, 2006) de tamanho considerável, composta por repositórios que armazenem os dados digitais geoespaciais referentes ao espaço geográfico brasileiro, necessita de definições para as estruturas destes dados. A Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) delegou ao Comitê para Estruturação da Mapoteca Nacional Digital, os trabalhos de definição da estrutura e organização dos dados da MND, de acordo com as normas da INDE. Desta forma o Comitê necessitou realizar um trabalho de modelagem de dados geográficos do mapeamento de referência. Nesta modelagem foram consideradas as estruturas de dados já constituídas, como a Mapoteca Topográfica Digital - MTD (IBGE, 1999), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Tabela da Base Cartográfica Digital – TBCD (DSG, 1997), da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG).

O resultado deste trabalho, cuja versão disponível é a do ano de 2005, permite que os usuários e produtores do SCN acessem e produzam informações para a MND se integrando a INDE. Com isso será possível aos usuários realizar consultas e análises, obtendo respostas e soluções para as diversas questões. A figura 1 ilustra esta situação. Este artigo irá descrever o trabalho realizado e os resultados alcançados para a construção da versão 2005 da MND.

2 Retrospectiva Histórica

Até o final dos anos 80, os processos de produção cartográfica eram completamente analógicos. Entre os anos de 1987 e 1994, a Cartografia Digital surge e se estabelece com a preocupação de reproduzir os processos da Cartografia Analógica em sistemas computacionais, utilizando basicamente programas do tipo CAD (*Computer Aided Design*), que são adequados à edição para a impressão de cartas e mapas. As normas técnicas utilizadas na época, oriundas da Cartografia Analógica, continuaram a serem empregadas com pequenas adaptações.

A partir do ano de 1994, houve uma preocupação em estabelecer normas para a Cartografia Digital e as primeiras a serem criadas foram a MTD (IBGE, 1999) e a TBCD (DSG, 1997), configurando uma primeira tentativa de estruturação dos dados espaciais vetoriais. Desta forma cada órgão de mapeamento criava a sua própria norma, que diferiam entre si em vários aspectos. Nesta época também foram criadas as primeiras metodologias considerando a produção cartográfica como constituída por processos digitais. Pode-se citar, por exemplo, as metodologias de Restituição Digital, as de Digitalização Vetorial ou Vetorização, as de Uso de Sensor Orbital, etc. Contudo o objetivo primordial ainda era a impressão de cartas e mapas. Naquele momento também iniciava a construção de Sistemas de Informação Geográfica, os quais necessitavam de uma estruturação de dados espaciais vetoriais.

As bases cartográficas, geradas de 1994 a 1998, para a Cartografia Nacional, podiam ser encontradas nas mais variadas estruturas e formatos de arquivos, que muitas vezes não eram compatíveis entre si. Os órgãos competentes da cartografia tinham dificuldades em gerar especificações técnicas, já que não existia um padrão único de estrutura de dados. Muitos trabalhos foram considerados inaproveitáveis e conseqüentemente foi necessário um retrabalho para a geração de bases compatíveis.

Várias reuniões entre a DSG e o IBGE ocorreram entre os anos de 1998 a 2004, objetivando a junção da MTD (IBGE, 1999) e da TBCD (DSG, 1997). Este fato configurou o início das tentativas para a obtenção de um padrão único, porém o caráter esparso das reuniões e a falta de recursos impediram que o objetivo final fosse atendido. Por outro lado os diversos produtores continuavam a gerar bases cartográficas em múltiplos formatos, sem a preocupação com o intercâmbio facilitado de dados.

No final de 2004, a DSG e o IBGE foram procurados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), para auditar bases cartográficas da área da Amazônia Legal, na escala de 1:100.000, elaboradas por empresas privadas contratadas por Estados. Além desta auditoria técnica seria necessário converter para o meio digital as bases ainda não convertidas, atualizando-as, e elaborar cartas planimétricas preliminares nas áreas de vazão cartográfico. Uma das imposições do MMA foi a produção de bases cartográficas contínuas em um mesmo padrão. Estas condições não poderiam ser atendidas, em decorrência da não existência de um padrão único de estrutura de dados espaciais vetoriais.

Com recursos do MMA, no transcorrer do ano de 2005, os integrantes da DSG e do IBGE retomaram os trabalhos iniciados em 1998, tomando por base a modelagem conceitual desenvolvida no ano de 2000, na 1ª Divisão de Levantamento/DSG, para buscar a definição de um padrão único visando atender o MMA. Como os integrantes deste grupo de trabalho coincidiam com parte da equipe do Comitê de Estruturação da Mapoteca Nacional Digital, tal trabalho foi submetido à apreciação de todo o Comitê, o qual resolveu adotá-lo como a versão 2005 da estrutura de dados vetoriais da MND. Na plenária de abril de 2006 da CONCAR tal versão foi aprovada e homologada.

3 Visão Contextual

A estrutura de dados da MND pode ser subdividida em outras três: a Estrutura de Dados Vetoriais, a Estrutura de Dados Matriciais e a Estrutura de Metadados. Os trabalhos no ano de 2005 enfocaram a Estrutura de Dados Vetoriais e uma pequena parcela dos Metadados referentes a esta estrutura.

Conforme apresentado na figura 2, os dados do mapeamento de referência produzidos por integrantes da SCN ou aqueles elaborados por terceiros, para incorporação após auditoria técnica por autoridade competente, deverão ser compatíveis com o padrão da estrutura de dados da MND. Estes dados serão armazenados como dados vetoriais, matriciais e de metadados na Mapoteca. Estes procedimentos permitirão a manutenção da integridade estrutural dos dados e, conseqüentemente, a interoperabilidade de dados.

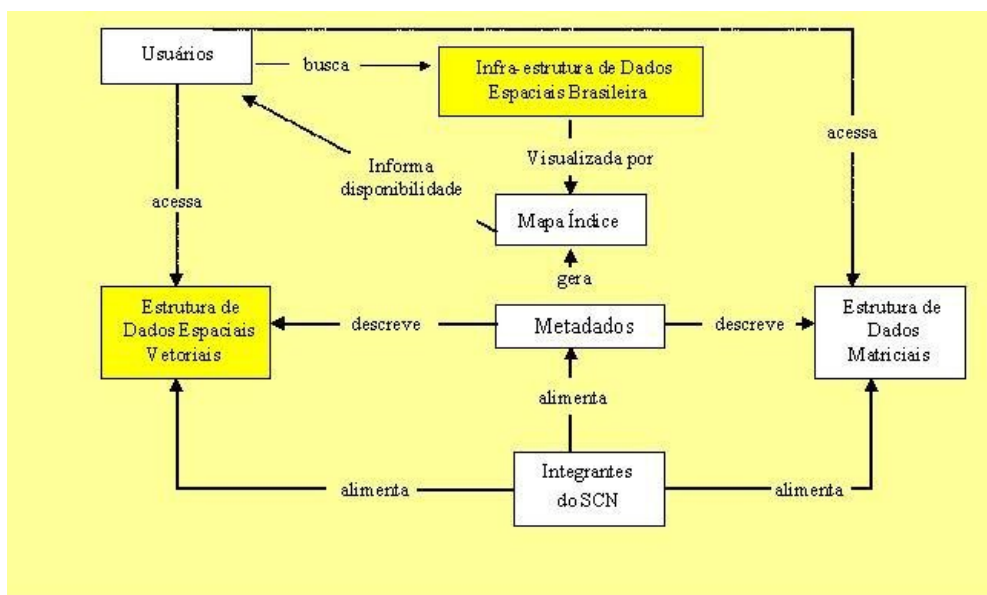


Figura 2: Disponibilização dos dados na INDE/MND.

Os metadados descrevem de forma semântica os dados armazenados na MND. Um exemplo clássico de emprego de metadados é a geração de um Mapa-Índice, que apresenta a situação de disponibilidade dos produtos do mapeamento digital (vetorial ou matricial). Desta forma, o Mapa-Índice não deixa de ser uma visão de um tipo de informação presente nos metadados. Sobre a visão do usuário, têm-se a consulta a um mapa de referência que permite a visualização da situação atual dos dados geoespaciais do território nacional e se estes são passíveis ou não de aquisição. De posse desta informação, pode-se solicitar aos órgãos competentes o fornecimento dos produtos de interesse armazenados na MND.

Os trabalhos realizados em 2005 estabelecem uma estrutura de dados vetoriais intitulada MND versão 2005. O Comitê prevê para o ano de 2006 uma maior adesão aos padrões de intercâmbio de dados OPENGIS, da OGC (Open Geospatial Consortium Inc.) (OGC, 2006). A preocupação em manter o relacionamento com o padrão OPENGIS decorre de uma visão mais ampla que contempla a possibilidade de integração das bases cartográficas brasileiras com a Cartografia Mundial.

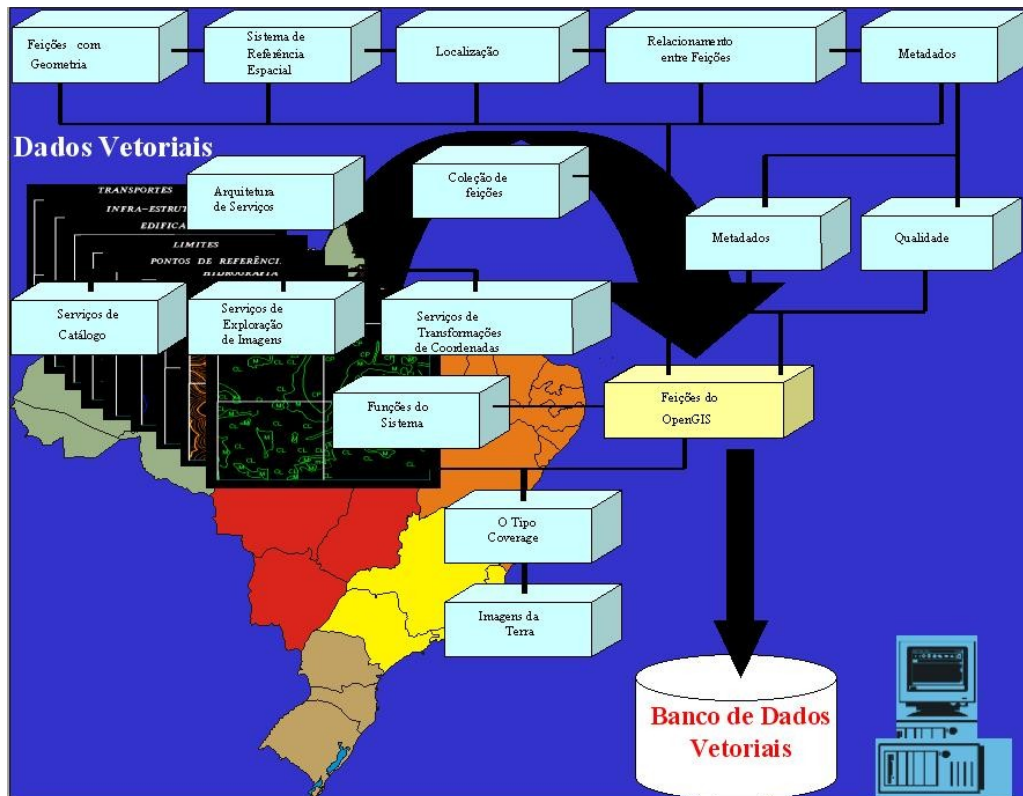


Figura 3: O padrão OPENGIS e a INDE/MND.

Para orientar o público alvo, seja ele produtor ou usuário de dados geoespaciais, elaborou-se um primeiro produto, intitulado “Relação de Feições, Campos de Domínios e Domínios Relativos às Bases Cartográficas do Espaço Geográfico Brasileiro”. Esta Relação consiste em um Dicionário de Dados que descreve todas as informações espaciais e semânticas das classes de objetos estruturadas na MND.

A partir deste Dicionário de Dados, foram confeccionadas as Especificações Técnicas para a Estruturação dos Dados Referentes à Base Cartográfica Brasileira (NCB GE/E - 3001/06).

4 Modelagem de Dados Geográficos

Os trabalhos para a definição de uma estrutura de dados vetoriais para a MND foram iniciados com a modelagem dos dados geográficos que compõem o Espaço Geográfico Brasileiro (EGB). Para um maior entendimento, segundo ELMASRI & NAVATHE (2004) *apud* BORGES *et alii* (2005) *In*: CASANOVA *et alii*, 2005 “um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em banco de dados” e ainda “...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 do banco de dados”.

A MND funcionará como um Banco de Dados Geográficos (BDG) de considerável proporção. No contexto deste trabalho, tratar-se-á o BDG como um banco único, porém se for observado o conceito de INDE, será percebido que o mesmo poderá ser composto por inúmeros bancos de dados distribuídos. A estrutura para armazenamento deste BDG refletirá a definição de um conjunto relacionado de classes de objetos, que foram abstraídas da realidade geográfica limitada pelas escalas do mapeamento de referência.

No decorrer do texto, será atribuída ao dado geoespacial modelado a denominação de classe de objetos no contexto da modelagem de dados vetoriais ou ainda, a denominação de feição geográfica, no contexto das estruturas TBCD e MTD.

O processo de abstração dos objetos e fenômenos geográficos partiu da análise e crítica da

fisiografia do EGB, percebido na escala de 1:25.000. Porém, as estruturas (TBCD e MTD) já existentes foram analisadas e consideradas durante todo o trabalho. Ilustrativamente, nas figuras 4 e 5 podem ser verificadas as categorias da informação geográfica e o número de feições geográficas de cada uma das citadas estruturas.

Categorias (9)	Total de Feições
Hidrografia	43
Altimetria	22
Vegetação	13
Sistemas de Transportes	63
Infra-Estrutura	73
Edificação	32
Localidades	09
Pontos de Referência	02
Limites	09
Total Geral	266

Figura 4: As categorias e o número de feições da TBCD.

Categorias (10)	Total de Feições
Hidrografia	26
Hipsografia	21
Vegetação	33
Sistema Viário	41
Obra e Edificação 1	18
Obra e Edificação 2	26
Obra e Edificação 3	28
Localidades	09
Pontos de Referência	05
Limites	06
Total Geral	213

Figura 5: As categorias e o número de feições da MTD

Algumas informações contidas nestas estruturas já existentes encontravam-se formalizadas de forma duplicada em relação à definição de classes de objetos, pois a preocupação era a abstração da representação cartográfica e não do objeto ou fenômeno geográfico. Por exemplo, a representação de uma estrada pavimentada é diferente de uma estrada não pavimentada, porém o objeto é o mesmo (a estrada), que possui um atributo denominado "tipo de pavimentação" com domínio de valores. Com esta proposta de abstração, chegou-se a um resultado da estrutura da MND com 12 categorias e 125 feições. Ou seja, houve uma maior estruturação das feições e melhor distribuição destas nas categorias, como pode ser visualizado na figura 6.

Categorias (12)	Total de Feições
Hidrografia	15
Relevo	08
Vegetação e Terreno Exposto	05
Sistemas de Transportes	29
Energia e Comunicações	10
Abastecimento de Água, Saneamento Básico e Saúde	09
Habitacional e Cultural	15
Estrutura Econômica	11
Localidades	04
Pontos de Referência	03
Limites	12
Instituições Públicas	04
Total Geral	125

Figura 6: As categorias e número de feições da MND.

Para a modelagem dos dados foram confeccionados modelos conceituais e lógicos próprios para a análise e documentação do projeto. O tipo de modelagem utilizada foi a OMT-G (BORGES *et alii*, 2005 *In*: CASANOVA *et alii*, 2005), onde foram construídos para cada categoria: Diagramas de Classes (modelo que descreve a estrutura e o conteúdo de um banco de dados geográficos), Diagramas de Transformação (modelo que especifica a transformação entre classes, restringindo-se à manipulação de representações) e Diagramas de Apresentação (modelo que descreve as alternativas de apresentação definidas pelos requisitos do usuário e saída para cada objeto geográfico). Além destes modelos conceituais, foi criado o modelo lógico representado por tabelas, que descrevem os atributos gráficos e semânticos, o comportamento de cada uma das classes de objetos e o relacionamento entre as classes. A figura 7 mostra o esquema de abstração da realidade e as fases de modelagem, onde são relacionados os modelos utilizados na estruturação da MND.

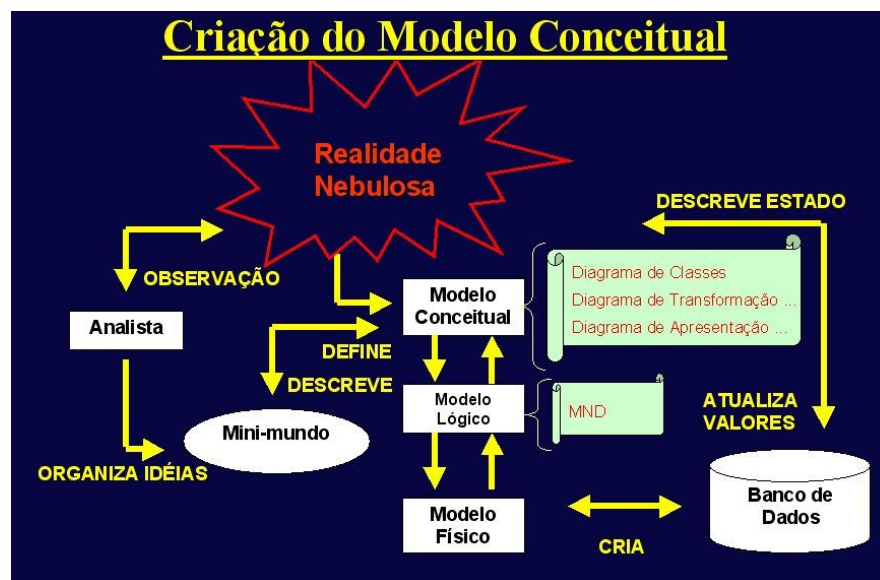


Figura 7: Esquema da Modelagem de Dados.

Como exemplo dos modelos criados, a figura 8 está representado uma visão parcial e simplificada do diagrama de classes da categoria Sistema de Transportes.

Classe		Descrição				Código: 4.26	Primitiva geométrica: Linha	
TRECHO_VIA_TERRESTRE		São as ligações viárias entre dois pontos que podem ser percorridas...						
Atributo		Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Representação	
							Foto	Representação
01	Nome NOME	String	100	Nome completo da feição	À ser preenchido	Nome Completo da Feição. Ex: Rodovia Régis Bittencourt	-	-
02	Geometria_posicao GEOMETRIA (*)	String	12	Indica se a feição foi adquirida mediante técnica de precisão ou não	1- Definida 0- Aproximada	Feição é adquirida por técnica de precisão (Restituição) Feição não adquirida por técnica de precisão	-	-
03	Tipo TIPO (*)	String	12		0- Acesso 1- Arruamento 2- Rodovia ... 5- Auto-estrada	- - - ... -	   ... 	   ... 
12	Prefixo PREFIXO	String	12	-	À ser preenchido	Ex: BR-101, ES-001	-	

(*) = campo obrigatório (not null)

Figura 9: Tabela Parcial da MND da classe Trecho de Via Terrestre da Categoria Sistema de Transportes.

5 Considerações Finais

Neste artigo foi visto sumariamente o processo que levou a necessidade de criação da MND, por parte da CONCAR, além da descrição de seus principais aspectos. O que se espera com o advento da MND é que o compartilhamento de dados do mapeamento de referência seja implementado, considerando o tempo necessário de implantação da MND, além da adequação à nova estrutura e disponibilização dos produtos da SCN.

A utilização da estrutura de dados da MND implicará nas seguintes vantagens: a portabilidade dos arquivos, a facilidade de agregação de novas informações e sua atualização, possibilidade de agregação de informações temáticas sobre a base cartográfica, facilidade de construção de programas conversores para gerar estruturas compatíveis com o padrão único, possibilidade de auditoria por parte dos órgãos do SCN, possibilidade de geração de base cartográfica contínua, economia de recursos públicos, entre outros.

A versão 2005 da MND, que foi aprovada e homologada pela CONCAR, como citado anteriormente, é o marco inicial para a obtenção de um padrão único de estrutura de dados nacional para o mapeamento de referência, esforço que se iniciou há algum tempo e que perdura ainda até os dias atuais.

6 Referências Bibliográficas

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Brasileira: Bases para Discussão**. Brasília: MMA. 2000.

BORGES, K.A.V., JUNIOR, C.A.D., LAENDER, A.H.F. **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, 2005.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. **Comitê de Estruturação da Mapoteca Nacional Digital**. Disponível em <http://www.concar.ibge.gov.br/index8b76.html?q=node/126> <capturado em 29 Mai 2005>.

DSG – Diretoria do Serviço Geográfico – 1ª Divisão de Levantamento. **Modelagem Conceitual do Espaço Geográfico Brasileiro**. – Porto Alegre: DSG, 2003.

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

DSG – Diretoria do Serviço Geográfico. **Tabelas da Base Cartográfica Digital - TBCD**. Brasília: DSG, 1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Departamento de Cartografia. **Mapoteca Topográfica Digital - MTD**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

OGC - Open Geospatial Consortium Inc. Padrão OpenGIS. Disponível em <http://www.opengeospatial.org> <capturado em 21 Mai 2005>.