

ANÁLISE DA APLICABILIDADE DA INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS (INDE) PARA DADOS VETORIAIS EM ESCALAS GRANDES

*Analysis of the Applicability of the Brazilian Spatial Data Infrastructure (INDE) for
large scale vector data*

MARCO AURÉLIO DORNELLES¹
ANDREA LOPES IESCHECK²

¹Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras
UO-BA / EXP / GDS
Av. Antônio Carlos Magalhães, 1113
CEP: 41830-900 - , Salvador, BA

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Geociências, Departamento de Geodésia
Av. Bento Gonçalves, 9500 - Prédio 43136
91.540-000 - Porto Alegre - RS, Brasil
marcoad.ecart@gmail.com; andrea.iescheck@ufrgs.br

RESUMO

Este trabalho é parte de uma pesquisa sobre Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE). Com o objetivo de evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais, o Governo Brasileiro iniciou, em 2003, estudos sistemáticos com o objetivo de integrar e padronizar os dados espaciais produzidos por diferentes instituições federais. O Decreto 6.666, aprovado em 27 de novembro de 2008, estabeleceu a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). A padronização da estrutura de dados espaciais e de metadados proposta pela INDE atende as escalas padrão de 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000 e 1:100.000 da Cartografia Sistemática Brasileira. O mapeamento topográfico em escalas maiores que 1:25.000, no entanto, ainda carece de uma legislação em âmbito federal para sua normatização. A adoção das normas e padrões propostos pela INDE para projetos cartográficos em escalas grandes significa um avanço nesse sentido e atende à recomendação do Plano de Ação da INDE. Ao considerar a importância

dos dados espaciais em escalas grandes para os diferentes setores da sociedade brasileira que utilizam informação espacial, o principal objetivo dessa pesquisa é analisar a aplicabilidade das normas e padrões de dados e de metadados propostos pela INDE, para o mapeamento topográfico em escalas grandes. A metodologia de trabalho adotada compreende o levantamento e a análise das feições mapeadas, a definição da relação destas feições com as categorias, classes, subclasses e atributos de objetos, de acordo com os padrões da INDE, a implementação da base de dados espaciais e a associação dos metadados, para uma área piloto na escala 1:2.000. Os dados utilizados no desenvolvimento deste trabalho referem-se a 123 cartas topográficas na escala 1:2.000. Com os resultados obtidos, verifica-se que as feições representadas em cartas de escalas grandes, como no caso desta pesquisa, podem ser estruturadas de acordo com o modelo de dados e o padrão de metadados propostos na INDE, o que confirma sua aplicabilidade para escalas grandes. Pelo maior grau de detalhamento, inerente à representação de feições na escala 1:2.000, novas classes, novos atributos e novos domínios de atributo foram criados.

Palavras-chave: Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE); Aplicabilidade; Dados em Escalas Grandes.

ABSTRACT

This paper is part of a research on Spatial Data Infrastructure (SDI). In order to prevent duplication of effort and expense in acquiring spatial data, the Brazilian Government started systematic studies aiming at the integration and standardization of spatial data produced by various federal institutions in 2003. The Decree 6.666, which was approved on November 27th 2008, set up the National Spatial Data Infrastructure (INDE). This decree is mandatory for National Government institutions, but not for the other producers of spatial data. The standardization of spatial data and metadata proposed by INDE meets the standard scales covered by the Brazilian Mapping System, and this official mapping system represents the national territory by a series of adjacent and homogenous quadrangle maps at the standard scales 1:25.000, 1:500.00, 1:100.000, 1:25.0000 and 1:1000000, topographic mapping at scales larger than 1:25.000 still demands a normalization. The use of spatial data and metadata rules promoted by INDE for cartographic design on large scales represents a step forward in this direction and is in line with the INDE Action Plan recommendation. Considering the importance of large-scale data for the different segments of Brazilian society that use spatial information, our main research goal is to analyze the applicability of spatial data and metadata standards proposed by the INDE for large-scale topographic maps. In order to perform the intended analyzes, we established some procedures that entails the mapped features analysis, to define their types and representation; the relation of these features with the categories, classes, sub-classes and attributes of objects, according to with the INDE standards; the implementation of a spatial database and the association of metadata. The data used in the development of this paper refer to 123 topographic maps at scale 1:2000. The results confirm the applicability of

spatial data and metadata standards proposed by INDE for large-scale data. However, due to the levels of detail inherent to 1:2.000 representations, some adjustments were necessary. Consequently new classes, attributes and attribute domains were created.

Keywords: Brazilian Spatial Data Infrastructure (INDE); Applicability; Large-Scale Data.

1. INTRODUÇÃO

Situações muito comuns em Tecnologia da Informação e Comunicação são a redundância de informações e a falta de padronização dos dados. O mesmo dado é muitas vezes produzido, gerenciado, utilizado e armazenado por diversos produtores de forma isolada, em formatos e padrões próprios, os quais visam atender única e exclusivamente às necessidades individuais de usuários específicos.

Além disso, o interesse pelo uso de geotecnologias e de dados espaciais, impulsionado pela acessibilidade decorrente dos avanços tecnológicos, contribui para a geração de grandes volumes de dados e informações geoespaciais por parte de organizações públicas e privadas. Como a maioria destas informações são normalmente produzidas para atender a requisitos de projetos específicos, elas raramente estão disponíveis para os usuários externos, o que acaba gerando investimentos de diferentes órgãos ou empresas em uma mesma região.

Ao longo das últimas décadas as Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs) se tornaram um importante elemento facilitador do gerenciamento e do uso de dados espaciais (GSDI/Nebert, 2004). Diversos países já implementaram sua IDE como forma de subsidiar políticas e projetos governamentais (FGDC, 1997). Como exemplo, na América Latina, países como Colômbia, Chile, Venezuela, México, dentre outros, já têm sua IDE implantada e operacional.

Em nível regional, no caso da IDE para as Américas, o processo iniciou em 1993, com o estabelecimento do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em Assunção, Paraguai. O Comitê Permanente para a Infraestrutura de Dados Geoespaciais das Américas (CP-IDEA) foi criado em Bogotá, Colômbia, em 2000. O CP-IDEA representa a região na Gestão Global da Informação Geoespacial das Nações Unidas (NU-GGIM). A Rede Geoespacial da América Latina e do Caribe (GeoSUR) foi constituída em 2007 em Brasília, Brasil, com o objetivo de integrar e disseminar os dados espaciais na América Latina e no Caribe. Em 2012, o CP-IDEA publicou o diagnóstico sobre temas relevantes da gestão da informação geoespacial e do desenvolvimento da IDE regional, para os 24 países membros, inclusive o Brasil (IPGH, SIRGAS, CP-IDEA e GeoSUR, 2013).

Com o objetivo de evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados espaciais, o Governo Brasileiro, atento ao sucesso de outros países que adotaram esta sistemática, iniciou em 2003 estudos visando à integração e à padronização dos dados geoespaciais produzidos pelos diversos órgãos da administração pública federal. Em 2008, através do Decreto 6.666 de 27/11, foi

instituída a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) (Brasil, 2008). O propósito da INDE é catalogar, integrar e harmonizar os dados geoespaciais, produzidos e mantidos pelas diversas instituições governamentais, visando facilitar sua localização, exploração e acesso por qualquer usuário com acesso à Internet (CONCAR, 2010).

A padronização da estrutura de dados espaciais e de metadados proposta pela INDE visa atender as escalas-padrão abrangidas pela Cartografia Sistemática Brasileira. Porém, o mapeamento topográfico em escalas maiores que 1:25.000 fica a cargo dos estados e municípios e ainda carece de uma legislação em âmbito federal para sua normatização. A fim de viabilizar o compartilhamento e a integração de dados, o Plano de Ação da INDE recomenda que a concepção do projeto cartográfico em escalas grandes siga as normas e padrões propostos pela INDE.

Nesse contexto, ao considerar esta recomendação e sua relevância para os diversos setores da sociedade brasileira que fazem uso de informações espaciais, o objetivo desta pesquisa é avaliar a aplicabilidade das normas e dos padrões de dados e metadados propostos pela INDE para o mapeamento em escalas grandes.

2. INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS - INDE

Desde a década de 90 considera-se, tanto por parte do Estado como pela sociedade, a construção da IDE uma ação essencial de boa governança. A formulação e a compreensão dos conceitos de dados e informações - geográficos e associados - têm peso cada vez maior no atendimento às demandas de gestão de conhecimento territorial e ambiental, de programas sociais e de investimentos, bem como na mitigação de riscos e impactos de fenômenos naturais, e outras demandas.

De acordo com Coleman e McLaughlin (1997) e GSDI/Nebert (2004), a IDE é um conjunto básico de tecnologias, políticas e arranjos institucionais que facilitam a disponibilidade e o acesso a dados espaciais. O Comitê Americano de Informação Geográfica (FGDC, 1997) define sua IDE como o conjunto de políticas, padrões e procedimentos sob os quais organizações e tecnologias interagem para promover o uso, a administração e a produção mais eficientes de dados geoespaciais. E o Brasil define sua INDE como o conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal (BRASIL, 2008). A INDE brasileira segue a vertente mais atual na definição de uma IDE, na qual o conceito de serviços prevalece sobre o de dados.

A Comissão Nacional de Cartografia, através do Comitê Especializado da Mapoteca Nacional Digital, desenvolveu a Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) (CONCAR, 2007) e a Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) (CONCAR, 2008), para aplicação no Sistema Cartográfico Nacional e na INDE. No modelo proposto para a ET-EDVG, baseado em orientação a objetos, os

diversos tipos de dados são agrupados em classes de objetos, de mesma natureza e funcionalidade. Por sua vez, as classes, com características geométricas e semânticas similares, são agrupadas em categorias de informação. A premissa básica desse agrupamento é o aspecto funcional. As categorias são: Hidrografia, Relevo, Vegetação, Sistema de Transporte, Energia e Comunicações, Abastecimento de Água e Saneamento Básico, Educação e Cultura, Estrutura Econômica, Localidades, Pontos de Referência, Limites, Administração Pública, Saúde e Serviço Social.

O conjunto de dados e informações que documenta e descreve os dados é denominado de metadados. Goodchild (1997) define metadado como a descrição de alto nível que disponibiliza informações sobre referência espacial, qualidade, linhagem, periodicidade, acesso e distribuição dos dados. Os metadados têm como objetivos a preservação dos investimentos na produção dos dados, a composição do portfólio de informação e dados e o provimento de informações para identificar, processar, interpretar e integrar dados de fontes externas (GOODCHILD, 1997).

O Plano de Ação da INDE, para geração de metadados, apresenta as seguintes orientações: gerar os metadados em conjunto com a produção dos dados; prever os investimentos necessários a sua geração; priorizar os conjuntos de dados mais atuais (em relação aos mais antigos). Os metadados devem ser definidos e implementados segundo o Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB), desenvolvido com base na norma ISO 19115:2003 (CONCAR, 2009). O Perfil MGB abrange informações do conjunto de entidades de metadados, de identificação, de restrições de acesso, de qualidade dos dados, de manutenção dos dados, de representação espacial, do sistema de referência, de conteúdo e do distribuidor.

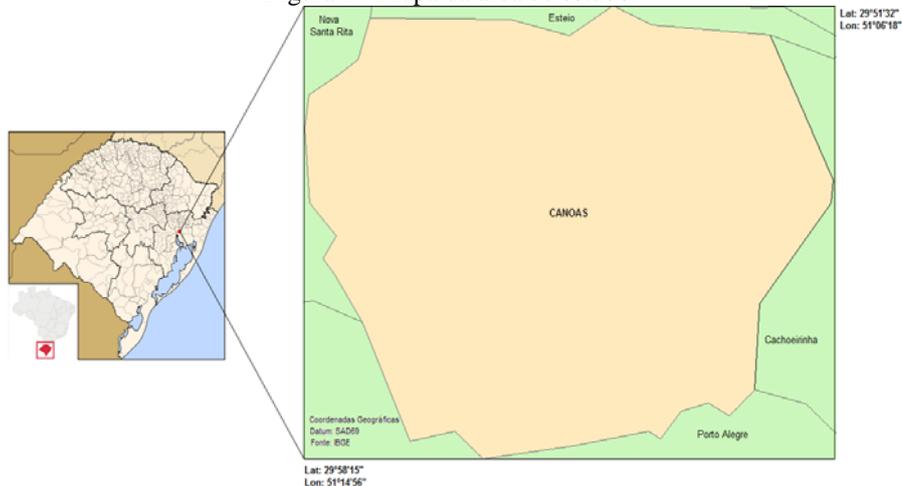
3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para subsidiar as análises necessárias ao desenvolvimento desta pesquisa compreende o levantamento e a análise das feições mapeadas, a definição da relação destas feições com as categorias, classes, subclasses e atributos de objetos estabelecidos pela INDE, a implementação da base de dados espaciais e a associação dos metadados. Os estudos foram realizados com dados do município de Canoas. Este município está localizado na região metropolitana de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1). A área total do município de Canoas é de 131 km² e sua população é de aproximadamente 323.000 habitantes. Os dados espaciais foram obtidos a partir de uma série de 123 cartas topográficas na escala 1:2.000, em formato vetorial (CAD, *dwg*), fornecidas pelo Instituto Canoas XXI. O Instituto Canoas XXI é um órgão oficial da Prefeitura de Canoas, criado pela lei municipal n° 5.365 de 08 de janeiro de 2009, e tem como principais atribuições desenvolver, implementar e gerenciar ferramentas de suporte à decisão político-administrativa nas diversas áreas da gestão urbana. Os programas utilizados foram o AutoCad (Autodesk Inc.), para edição da base cartográfica, o ArcGIS (ESRI), versão 9.2, para implementação da base de dados espacial, e o Geonetwork para inserção dos metadados. O Geonetwork é um

programa livre, de código aberto, que possibilita o gerenciamento e o acesso a dados geoespaciais.

Inicialmente, fez-se o levantamento das feições mapeadas, a partir das cartas topográficas, e a definição da área piloto para realização do projeto. Na sequência, procedeu-se à análise de todas as feições mapeadas para enquadramento no modelo de dados da INDE, à geração das classes de feições, à montagem do banco de dados, à implementação do banco de dados para a área piloto (demonstrativo do conjunto de dados geoespaciais - classes) e ao preenchimento dos atributos das classes. E, na etapa final, foram criados os metadados de acordo com os padrões estabelecidos na INDE (Perfil MGB).

Figura 1 - Mapa da área de estudo.



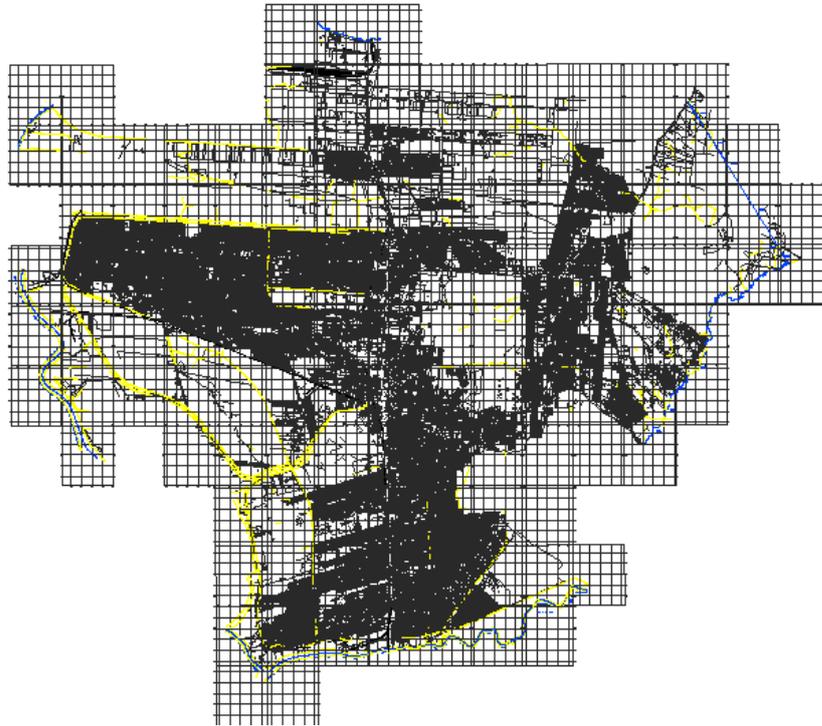
3.1. Análise das Feições Mapeadas

O objetivo desta análise é identificar a relação entre as feições representadas nos mapas topográficos e as categorias, subsistemas, classes e atributos de objetos definidos pela INDE. A partir do conjunto de 123 cartas que compõem a base cartográfica, gerou-se uma carta única do município (CAD), denominada de planta total (Figura 2), a qual foi utilizada como base para análise das feições mapeadas.

Também, montou-se uma planilha de dados (feições e classes) contendo dois grupos de informação, o grupo Carta e o grupo INDE, que visa definir o mapeamento conceitual das classes de objetos presentes nas duas modelagens (mapeamento conceitual: de-para). No grupo Carta são especificadas as informações: feição, tipo (primitiva geométrica da feição – ponto, linha, polígono ou texto) e simbologia (representação cartográfica), e no grupo INDE as informações: categoria (categoria da INDE em que a feição se enquadra), classes candidatas

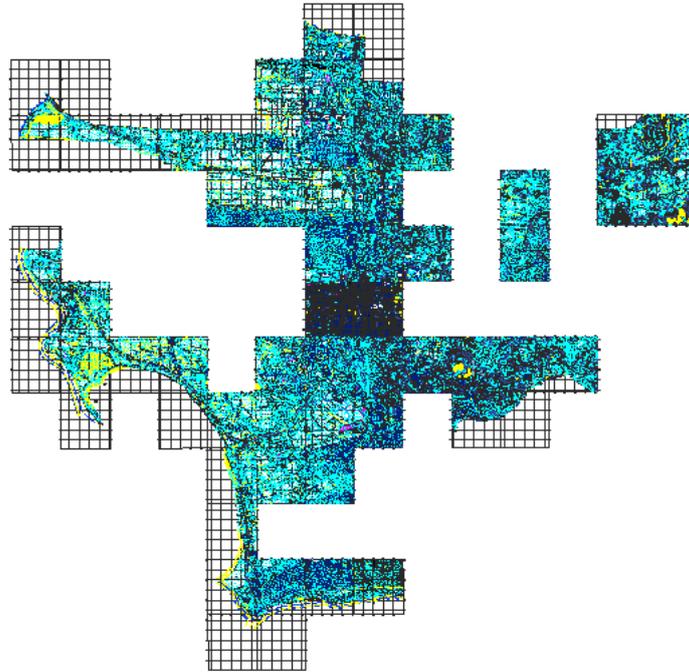
(possíveis classes em que a feição se enquadra), subsistema e observação (observações e dúvidas surgidas durante a análise da feição). O preenchimento dos campos referentes ao grupo Carta se deu a partir da inspeção visual da planta total. Como resultado, obteve-se a descrição de todas as feições representadas neste mapeamento.

Figura 2 - Planta total.



A definição da área piloto para implementação da base de dados espaciais se deu pela seleção de uma amostra significativa do conjunto total de feições representadas, mas com um volume de dados menor, aqui denominada de planta piloto (Figura 3). Essa amostragem foi feita com base na planta total e na planilha de dados. A partir da análise visual da planta total foram identificadas as regiões onde cada uma das feições do Grupo carta da planilha de dados estava representada de forma mais significativa. Em seguida, as cartas correspondentes às regiões com maior abundância de cada feição foram incorporadas à planta piloto.

Figura 3 – Planta piloto.



Para análise e enquadramento das feições representadas nos mapas topográficos na proposta de estrutura de dados da INDE (categorias, subsistemas, classes e atributos de objetos), utilizou-se a planta total, as informações do grupo Carta da planilha de dados e as especificações técnicas para estruturação e aquisição de dados espaciais ET-EDGV (v 2.02), ET-EDGV – ANEXO A (v 2.02) e ET-ADGV (v 1.0). Cabe ressaltar que as versões utilizadas destas especificações técnicas eram as disponíveis à época do desenvolvimento desse estudo. Primeiramente, fez-se a correspondência das feições com as classes definidas na ET-EDGV – ANEXO A, tendo como critério a similaridade de nomes e a descrição das classes. Em seguida, avaliou-se a compatibilidade entre as feições e as classes correspondentes, ou seja, foi verificada a correta construção das classes conforme a ET-ADGV. Em determinadas situações, para algumas feições específicas, utilizou-se a ET-EDGV para analisar se a feição se enquadraria melhor em outra categoria e classe, ou se haveria necessidade de criar uma nova classe. Ao final deste processo as informações referentes ao grupo INDE (categoria, classes candidatas, subsistema e observação) foram incorporadas na planilha de dados. A Tabela 1 mostra a correspondência entre os esquemas da Carta e da INDE.

Tabela 1- Correspondência entre os esquemas da Carta e da INDE.

CARTAS	INDE		
Feições	Categoria	Subsistema	Classes
ACOSTAMENTO	sistema de transportes	Rodoviário	Acostamento
ALAGADO_BREJO_MANGUE	vegetação hidrografia		Brejo_Pantano Area_Umida
APOIO_FUNDAMENT_IBGE	pontos de referencia		Pto_Ref_Geod_Top o
AREIA_DUNA_TOP	relevo		Duna
ARQUIBANCADA_TOP	educação e cultura		Arquibancada
BARRAGEM_TERRA	hidrografia		Barragem
BUEIRO_GALERIA	sistema de transportes		Galeria_Bueiro
CAIS_ANCOR_FUND_TRAP	sistema de transportes	Hidroviário	Atracadouro
CAMINHO_TRILHA	sistema de transportes	Rodoviário	Trilha_Picada
CANTEIRO_JARDIM_TOP	sistema de transportes	Rodoviário	Canteiro
CEMITERIO	abastecimento de água e saneamento básico		Cemiterio
CERCA_MISTA	limites		Delimitacao_Fisica
CERCA_VIVA	limites		Delimitacao_Fisica
CLUBES_ASSOCIACOES	educação e cultura saúde e serviço social		Edif_Const_Lazer Edif_Servico_Social
CONSTRUCAO_RUINA_FUN	educação e cultura		Ruina
CORTE_ATERRO_TOP	relevo abastecimento de água e saneamento básico		Alteracao_Fisiografica_Antropica Dep_Saneamento
CURVA_INTERMEDIA_TOP	relevo		Curva_Nivel
CURVA_MESTRA	relevo		Curva_Nivel

EDIFICAC_INDUSTRIAL	estrutura econômica estrutura econômica		Edif_Industrial Edif_Agropec_Ext_ Vegetal_Pesca
EDIFICACAO_COMERCIAL	estrutura econômica		Edif_Comerc_Serv
EDIFICACAO_PUBLICA	administração publica administração publica administração publica		Edif_Pub_Civil Posto_Fiscal Edif_Pub_Militar
EDIFICACAO_RESIDENC	localidades		Edif_Habitacional
ELEMENTO_INDUSTRIAL	estrutura econômica		Deposito_Geral
ESCADARIA_RAMPA_TOP	sistema de transportes localidades		Edif_Constr_Portua ria Escadaria_Rampa
ESCOLA	educação e cultura		Edif_Ensino
EST_TRA_ESGOTO_AGUA	abastecimento de água e saneamento básico abastecimento de água e saneamento básico abastecimento de água e saneamento básico abastecimento de água e saneamento básico		Edif_Abast_Agua Dep_Abast_Agua Edif_Saneamento Dep_Saneamento
ESTAC_ROD_FERR_METRO	sistema de transportes	Ferro- viário	Edif_Metro_Ferovi aria
FERROVIA	sistema de transportes	Ferro- viário	Via_Ferrea
GUARD_RAIL	sistema de transportes	Rodo- viário	Delimitacao_Fisica
HOSPITAIS_POS_SAUDE	saúde e serviço social		Edif_Saude
IGREJA_TEMPLO_CAPELA	educação e cultura		Edif_Religiosa
LAGO_LAGOA_ACUD_PERE	hidrografia		Massa_Dagua

LAGO_LAGOA_INTERMITE	hidrografia		Massa_Dagua
LIMITE_DE_MUNICIPIO	limites		Limite_Politico_Administrativo
LIMITE_MUNIC_TOP	limites		Limite_Politico_Administrativo
MONUMENTO_CHAFARIZ	educação e cultura		Edif_Const_Turistica
MOVIMENTO_TERRA_TOP	relevo		Alteracao_Fisiografica_Antropica
MURO_CERCA_ARA_MAD	limites		Delimitacao_Fisica
MURO_DE_CONTENCAO	limites		Delimitacao_fisica
NIVEL_D_AGUA	relevo		Ponto_Cotado_Altimetrico
PASSARELA_TOP	sistema de transportes		Travessia_Pedestre
PIS_AEROPORTO_TOP	sistema de transportes	Aeroporto	Pista_Ponto_Pouso
PISCINA_TOPONIMIA	educação e cultura		Piscina
PONTOS_COTADOS	relevo		Ponto_Cotado_Altimetrico
PONTOS_INTERVIA	relevo		Ponto_Cotado_Altimetrico
PRACAS_LARGOS	educação e cultura		Complexo_Lazer
QUADRA_ESP_CAMP_FUT	educação e cultura		Campo_Quadra
RESERVATORIO_TOP	abastecimento de água e saneamento básico		Dep_Abast_Agua
RIO_INTERMITENTE	hidrografia		Curso_Dagua
RIO_PERENE_CANAL	hidrografia		Curso_Dagua
ROD_PAV_FED_EST_MUN	sistema de transportes	Rodoviário	Trecho_Rodoviario
SUBESTACAO_TOP	energia e comunicações		Subest_Transm_Distrib_Energia_Elet.
TANQUE	abastecimento de água e saneamento básico Abast. de água e saneamento básico		Dep_Abast_Agua Dep_Saneamento

TOP_DO_NIVEL_8_A_11	sistema de transportes		Identificador_Trecho_Rodoviario
TUNEL_TRINCHEIRA	sistema de transportes		Tunel
VALA	hidrografia		Trecho_Drenagem
VIA_N_PAV_COM_M_FIO	sistema de transportes		Arruamento
VIA_N_PAV_SEM_M_FIO	sistema de transportes		Arruamento
VIA_PAV_COM_MEIO_FIO	sistema de transportes		Arruamento
VIA_PAV_SEM_MEIO_FIO	sistema de transportes		Arruamento
VIA_PROJ_EM_CONS	sistema de transportes		Arruamento
VIAD_PONTE_PINGUE	sistema de transportes sistema de transportes sistema de transportes		Passag_Elevada_Viaduto Ponte Travessia_Pedestre

3.2 Implementação da Base de Dados Espaciais

Após o mapeamento conceitual das classes de objetos, procedeu-se à implementação computacional do modelo de dados. Inicialmente, a partir da planilha de dados, procedeu-se à geração de um demonstrativo das classes (conjunto de dados geoespaciais). Neste procedimento foi utilizado o programa ArcGIS. Na primeira etapa, fez-se a montagem das classes sem os atributos especificados pela ET-EDGV e, para tanto, foi criado um banco de dados para armazenamento das feições.

Tendo em vista que os dados originais, advindos da planta piloto, estão em formato CAD, foi necessário realizar a edição de parte dos dados. Para as feições representadas por pontos, linhas e texto, utilizou-se a ferramenta de exportação de dados do CAD para o banco de dados do projeto. Devido ao não fechamento dos polígonos nos arquivos CAD, estes foram exportados como linhas e posteriormente convertidos em polígonos para geração das classes representadas pela primitiva geométrica polígono.

A partir das feições que delimitam os lotes, como muro e cerca, foram criadas classes referentes aos lotes conforme o tipo de uso. Também, foi necessário gerar, manualmente, os eixos das feições rodovia, ferrovia e cursos d'água, bem como pontos para as feições associadas (pontos rodoviários, ferroviários, de confluência).

É importante ressaltar que este é um dos processos mais custosos de conversão de dados.

Como resultado desse processo, foram criadas classes a partir das cartas, classes representativas de áreas (lotes) e classes representativas de eixos, de pontos e de confluências (tabela 2). Estabelecidas as classes, fez-se o preenchimento dos atributos obrigatórios e dos atributos opcionais para cada classe, conforme especificado na ET-ADGV, e a definição da simbologia. Devido à ausência de padronização das convenções cartográficas para o mapeamento topográfico em escalas grandes, utilizou-se como base as simbologias propostas para o mapeamento sistemático brasileiro, conforme DSG (2002). A partir disso, foram feitas as adaptações necessárias para contemplar todas as feições representadas na escala 1:2.000.

Tabela 2- Classes resultantes do processo de conversão de dados.

Geradas a partir das cartas	Representativas dos lotes	Representativas dos eixos, pontos e confluências
Acostamento	Area_Abast_Agua	Ponto_Drenagem
Alteracao_Fisiografica_Antropica	Area_Agropec_Ext_Vegetal_Pesca	Confluência
Area_Umida	Area_Comerc_Serv	Trecho_Drenagem
Arquibancada	Area_Energia_Eletrica	Ponto_Rodoviario
Arruamento	Area_Ensino	Trecho_Rodoviario
Atracadouro	Area_Estrut_Transportes	Ponto_Ferroviano
Barragem	Area_Habitacional	Trecho_Ferroviano
Brejo_Pantano	Area_Industrial	
Campo_Quadra	Area_Lazer	
Canteiro	Area_Pub_Civil	
Cemiterio	Area_Pub_Militar	
Complexo_Lazer	Area_Religiosa	
Curso_Dagua	Area_Saneamento	
Curva_Nivel	Area_Saude	
Delimitacao_Fisica	Area_Servico_Social	
Dep_Abast_Agua		
Dep_Saneamento		
Deposito_Geral		
Duna		

Edif_Abast_Agua		
Edif_Agropec_Ext_Vegetal_Pesca		
Edif_Comerc_Serv		
Edif_Const_Lazer		
Edif_Const_Turistica		
Edif_Constr_Portuaria		
Edif_Ensino		
Edif_Habitacional		
Edif_Industrial		
Edif_Metro_Feroviaria		
Edif_Pub_Civil		
Edif_Pub_Militar		
Edif_Religiosa		
Edif_Saneamento		
Edif_Saude		
Edif_Servico_Social		
Escadaria_Rampa		
Galeria_Bueiro		
Identificador_Trecho_Rodoviario		
Limite_Politico_Administrativo		
Massa_Dagua		
Passag_Elevada_Viaduto		
Piscina		
Pista_Ponto_Pouso		
Ponte		
Ponto_Cotado_Altimetrico		
Pto_Ref_Geod_Topo		
Ruina		
Subest_Transm_Distrib_Energia_Eletrica		
Travessia_Pedestre		
Trecho_Rodoviario		
Trilha_Picada		
Tunel		
Via_Ferrea		

3.3 Metadados

Conforme estabelecido no Plano de Ação da INDE, os metadados devem ser definidos e implementados em consonância com o Perfil MGB (CONCAR, 2009). O Geonetwork disponibiliza modelos (*templates*) para edição de metadados e suporta diversos padrões existentes como ISO19115, FGDC, Dublin Core e outros. Dentre os modelos disponíveis existem dois que atendem às especificações da INDE, o “Perfil MGB resumizado” e o “Perfil MGB completo”.

No contexto desta pesquisa, utilizou-se o “Perfil MGB resumizado” para preenchimento dos metadados, pois não se dispunha de informações bem detalhadas acerca dos dados. A Figura 4 mostra a parte inicial do “Perfil MGB resumizado” usado na entrada dos metadados.

Figura 4 – Parte do perfil MGB resumizado: preenchimento dos metadados.

Informação de Identificação	
Título *	Canoas, RS
Data *	19-12-2010
Tipo De Data *	Criação
Resumo *	Conjunto de classes na padronização INDE de várias feições do município de Canoas, RS, obtidas a partir de cartas topográficas da área do município em escala 1:2.000.
Status	Concluído
Responsável	
Nome *	Marco Aurélio Dornelles
Organização *	UFRGS
Função *	Produtor
Telefone	
Fax	
Endereço	IGEO - Av. Bento Gonçalves, 9500
Cidade	Porto Alegre
UF	RS
CEP	
País	BR
E-mail	marcoad.ecart@gmail.com

4. RESULTADOS

Os resultados foram obtidos a partir das análises realizadas no decorrer do desenvolvimento desta pesquisa, para verificar a aplicabilidade da INDE para dados em escalas grandes. A análise das feições mapeadas, para identificar a relação entre as feições representadas nos mapas topográficos e as categorias, subsistemas,

classes e atributos de objetos definidos pela INDE, permitiu observar as seguintes situações:

- uma feição (carta) corresponde a uma classe (INDE);
- uma feição (carta) corresponde a mais de uma classe (INDE): para enquadramento na classe correta foi necessário análise adicional (imagens, fotos, levantamentos e outros documentos);
- mais de uma feição (carta) corresponde a uma classe (INDE): a diferenciação foi feita por meio de um atributo da classe;
- uma feição (carta) corresponde a nenhuma classe (INDE): criação de uma nova classe;
- uma feição (carta) corresponde a uma classe (INDE), mas não se enquadra nos tipos existentes: foi criado um novo valor de domínio para o atributo;
- uma feição (carta) corresponde a uma classe (INDE), mas a subclasse não existe: foi criado um novo atributo para diferenciar corretamente a feição.

Em decorrência disso, considera-se que as feições foram satisfatoriamente representadas pelas estruturas de dados propostas na INDE, uma vez que a maioria das feições representadas na carta correspondeu às classes existentes na INDE. As adequações realizadas para contemplar todas as feições mapeadas na escala 1:2.000, resultaram na criação de três novas classes, de dois novos atributos e de dois novos domínios de atributo.

A Tabela 3 mostra as novas classes criadas, referentes às feições Acostamento, Canteiro e Escadaria_Rampa. E, na Tabela 4, são apresentados os novos atributos para as classes Arruamento (meio fio) e Galeria_Bueiro (tipo de entrada), e os novos domínios dos atributos matConstr (material de construção) e tipoDelimFis (tipo de delimitação física) da classe Delimitacao_Fisica.

Tabela 3 – Novas Classes.

Classe Acostamento	
Categoria	Sistema de Transportes, subsistema rodoviário.
Primitiva geométrica	polígono
Descrição	faixa lateral de uma estrada, fora da pista, destinada à parada de emergência de veículos, passagem de carros salva-vidas e ao trânsito de pedestres.
Atributos	geometriaAproximada: tipo boolean; valores: “Sim” / “Não”; obrigatoriedade: NÃO-NULO

Diagrama de classes	<pre> classDiagram class Trecho_Rodoviario class Acostamento Trecho_Rodoviario "1..1" -- "0..1" Acostamento : possui </pre>
Classe Canteiro	
Categoria	Sistema de Transportes, subsistema rodoviário.
Primitiva geométrica	polígono
Descrição	porção de terra, ordinariamente retangular, para flores ou hortaliças, ou para viveiro de plantas; obstáculo físico utilizado para separar duas pistas de rolamento podendo ser substituído por marcas na via (canteiro fictício).
Atributos	geometriaAproximada: tipo boolean; valores: “Sim” / “Não”; obrigatoriedade: NÃO-NULO Nome: tipo alfanumérico, tamanho 80; obrigatoriedade: NULO
Diagrama de classes	<pre> classDiagram class Trecho_Rodoviario class Canteiro Trecho_Rodoviario "1..1" -- "0..1" Canteiro : possui </pre>
Classe Escadaria_Rampa	
Categoria	Sistema de Transportes.
Primitiva geométrica	polígono
Descrição	escadaria: série de escadas separadas por descansos; rampa: ladeira; plano inclinado; plataforma sobre a qual estão reunidos postos de carregamento.
Atributos	Nome: tipo alfanumérico, tamanho 80; obrigatoriedade: NULO. geometriaAproximada: tipo boolean; valores: “Sim” / “Não”; obrigatoriedade: NÃO-NULO. tipo: tipo alfanumérico, tamanho 15; valores: Escada/Rampa; obrigatoriedade: NÃO-NULO. matConstr: tipo alfanumérico, tamanho 16; valores: “Desconhecido” / “Alvenaria” / “Concreto” / “Terra” /

	<p>“Rocha” / “Outros”; obrigatoriedade: NÃO-NULO. situacaoFisica: tipo alfanumérico, tamanho 13; valores: “Desconhecida” / “Abandonada” / “Destruída” / “Construída” / “Em construção” / “Planejada”; obrigatoriedade: NÃO-NULO. nomeAbrev: tipo alfanumérico, tamanho 50; obrigatoriedade: NULO.</p>
Diagrama de classes	<pre> classDiagram class Escadaria_Rampa class Estrut_Transporte Escadaria_Rampa "0..*" -- "0..1" Estrut_Transporte : (único) </pre>

Tabela 4 – Novos Atributos e Domínios de Atributo.

Classe Arruamento	
Atributos	meioFio: tipo boolean; valores: “Sim” / “Não”; obrigatoriedade: NÃO-NULO.
Classe Galeria_Bueiro	
Atributos	tipoEntrada: tipo alfanumérico, tamanho 15; valores: “Cano”, “Galeria”, “Desconhecido”; obrigatoriedade: NÃO-NULO.
Classe Delimitacao_Fisica	
Atributos	Domínio
tipoDelimFis	“Guard rail” / “Contenção”
matConstr	“Misto” / “Viva”

4. CONCLUSÕES

A duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais se dão em todas as escalas e tipos de mapeamento. A padronização da estrutura de dados espaciais e de metadados proposta pela INDE visa atender as escalas padrão abrangidas pela Cartografia Sistemática Brasileira. O Plano de Ação da INDE recomenda que a concepção do projeto cartográfico em escalas grandes siga as mesmas normas e padrões propostos pela INDE.

Nesse sentido, o objetivo finalístico desta pesquisa, qual seja, analisar a aplicabilidade das normas e padrões de dados e de metadados propostos pela INDE para dados em escalas grandes, foi alcançado a partir dos procedimentos estabelecidos. As feições representadas no mapeamento topográfico em escalas grandes foram adequadamente estruturadas de acordo com o modelo da INDE. Pelo maior grau de detalhamento, inerente à representação de feições na escala 1:2.000, foram realizadas adequações para que todas as feições fossem contempladas. Como

resultado destes ajustes, foram criadas três novas classes, dois novos atributos e dois novos domínios de atributo. Além disso, ao considerar que a maioria das feições representadas correspondeu às classes e aos atributos já existentes na INDE, foi possível comprovar a sua aplicabilidade para dados em escalas grandes.

O problema recorrente da ausência de padronização das convenções cartográficas para o mapeamento topográfico em escalas grandes deve ser objeto de pesquisa, de forma que atenda ao máximo de situações e necessidades possíveis nas diferentes escalas. A partir das simbologias propostas para o mapeamento sistemático brasileiro, foram feitas as adaptações necessárias para contemplar todas as classes e feições representadas neste trabalho.

A geração, conversão e edição dos dados oriundos de cartas digitais e sistemas já existentes são processos que apresentam custos elevados. O desenvolvimento de rotinas computacionais para otimizar estas etapas seria vantajoso, uma vez que o processo manual é lento e suscetível a erros.

Na aquisição de dados vetoriais é importante seguir a estrutura proposta pela INDE, tanto na questão das feições (vetorização de acordo com as classes propostas) quanto na denominação dos *layers* (nomes idênticos aos das classes), para facilitar a análise e a conversão dos dados. A disponibilização de um conjunto mínimo de classes “vazias”, para reaproveitamento, facilita a implementação da base de dados. Os atributos não previstos na INDE, e que dependem das necessidades de cada usuário, podem ser criados na própria classe, opção utilizada neste trabalho, ou pode-se criar uma tabela com tais atributos e associá-la à respectiva classe.

Uma das feições mais comuns em cartas de escalas grandes, pelo seu uso em atividades ligadas ao cadastro técnico multifinalitário, apesar de não constar nos dados deste estudo é o lote fiscal. A definição da classe “Lote_Fiscal” e seus atributos atenderia a um grande número de usuários. O Comitê de Normatização do Mapeamento Cadastral (CNMC) tem trabalhado na proposição de normas e especificações técnicas (extensão da ET-EDVG) para atender as demandas do mapeamento cadastral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. *Decreto n° 6.666. 2008*. Disponível em <http://www.inde.gov.br>. Acessado em: 02-08-10.
- CONCAR. *Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil. 2009*. Disponível em: http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/Perfil_MGB_Final_v1_homologado.pdf. Acessado em: 02-08-10.
- CONCAR, Especificações Técnicas para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-ADGV v. 1.0. *Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR)*, 2008.
- CONCAR, Especificações Técnicas para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-EDGV v. 2.02 - ANEXO A - Relação de Classes de Objetos e seus atributos. *Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR)*, 2007.

- CONCAR, Especificações Técnicas para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-EDGV v. 2.02. *Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR)*, 2007.
- CONCAR, Plano de Ação para a Implantação da INDE. *Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR)*, 2010.
- COLEMAN D.J.; MCLAUGHLIN. *Defining Global Geospatial Data Infrastructure (GGDI): components, stakeholders and interfaces*. Canadá: Department of Geodesy and Geomatics Engineering. University of New Brunswick, 1997. Disponível em: http://www.gsdi.org/docs1997/97_ggdiwp1.html. Acessado em: 10-08-10.
- DSG. Manual Técnico de Convenções Cartográficas T-34-700, 2ª Parte, Catálogo de Símbolos. 2. Ed. *Diretoria de Serviço Geográfico (DSG)*. Brasília, 2002.
- FGDC. *A Strategy for the National Spatial Data Infrastructure*. Reston, 1997. Disponível em: <http://www.fgdc.gov/nsdi/strategy/strategy.html>. Acessado em: 10-08-10.
- GOODCHILD, M. *GIS Interoperability*. [s. l.]: [s. n.]. 1997. Disponível em: <http://www.env.gov.bc.ca/gdbc/fmebc>. Acessado em: 08-09-10.
- GSDI/NEBERT, D. D. *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook*, v.2. 2004. Disponível em: <http://www.gsdi.org/docs2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf>. Acessado em: 10-08-10.
- IPGH, SIRGAS, CP-IDEA, GeoSUR. Plano de Ação Conjunto 2013-2015 para Acelerar o Desenvolvimento da Infraestrutura de Dados Espaciais das Américas. *IPGH*, México, D.F. 2013.

(Recebido em junho de 2013. Aceito em setembro de 2013).