

# Dissertação de Mestrado

## Considerações sobre a Estrutura de Dados Espaciais de Rodovias no Brasil

Caroline Helena Rosa Lopes



Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
de Transporte e Gestão Territorial



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
TRANSPORTE E GESTÃO TERRITORIAL - PPGTG

CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESTRUTURA DE DADOS  
ESPACIAIS DE RODOVIAS NO BRASIL

CAROLINE HELENA ROSA LOPES

Florianópolis, abril de 2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Lopes, Caroline Helena Rosa  
Considerações sobre a Estrutura de Dados  
Espaciais de Rodovias no Brasil / Caroline Helena  
Rosa Lopes ; orientador, Francisco Henrique de  
Oliveira, 2017.  
153 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão  
Territorial, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia de Transportes e Gestão  
Territorial. 2. Infraestrutura de Dados Espaciais.  
3. Rodovias. 4. Estrutura. 5. Padronização. I.  
Oliveira, Francisco Henrique de. II. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial.  
III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
TRANSPORTE E GESTÃO TERRITORIAL - PPGTG

CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESTRUTURA DE DADOS  
ESPACIAIS DE RODOVIAS NO BRASIL

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial (PPGTG), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.  
Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Francisco Henrique de Oliveira.

CAROLINE HELENA ROSA LOPES

Florianópolis, abril de 2017

CAROLINE HELENA ROSA LOPES

CONSIDERAÇÕES SOBRE A INFRAESTRUTURA DE DADOS  
ESPACIAIS DE RODOVIAS PARA O BRASIL

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial (PPGTG), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Florianópolis, de abril de 2017

---

Prof. Dr. Carlos Loch - Coordenador do PPGTG

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira - Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Everton da Silva  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Norberto Hochheim  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Rodrigo Pinheiro Ribas  
Universidade do Estado de Santa Catarina



*A vida de vez em quando precisa ter certeza que você quer de verdade.*

*(autor desconhecido)*





*Aos meus pais, Mônica e Sidnei, pela vida e todas as oportunidades.  
À minha irmã, Jacque, pela presença e por acreditar.  
Ao meu amor, Edésio, pelo companheirismo, incentivo, paciência e todo  
o afeto.*



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à UFSC, como instituição, por proporcionar o desenvolvimento da pesquisa e das pessoas, e por ter me proporcionado tantos aprendizados e relações.

Agradeço ao LabTrans/UFSC, pelo crescimento profissional e pessoal e por permitir as trocas de horários para realizar as disciplinas do mestrado. Agradeço imensamente pela oportunidade de conhecer pessoas tão especiais e que fazem parte da minha história.

Faltam-me palavras para agradecer ao querido Professor Dr. Francisco Henrique de Oliveira, o Chico, por ter confiado e dedicado o seu tempo a mim. Obrigada por todos os ensinamentos, pelo respeito, pelo envolvimento e por ter de fato me orientado. Obrigada pelas muitas reuniões e assinaturas, e principalmente por ter sido um facilitador durante todo o processo. Significou muito para mim.

Com todo o amor agradeço aos meus pais pela oportunidade de estudar em boas instituições, mesmo em tempos difíceis. Agradeço todo o esforço que fizeram e todas as privações pelas quais passaram para proporcionar uma vida melhor aos três filhos. Muito obrigada!

Muito obrigada à Jacque, por sempre ser uma incentivadora e por colocar muita fé em mim. Obrigada por me ajudar nos deveres e trabalhos do colégio e por (agora na vida adulta) conseguir entender que a organização não é algo que eu domino.

Agradeço a minha família, que acompanhou de longe e de perto o período da pesquisa. Um agradecimento especial à Nia, que é muito orgulhosa dessa sobrinha aqui e por quem tenho um carinho imensurável.

Obrigada aos amigos queridos que torceram muito e acompanharam todos as emoções dessa montanha russa que foi o mestrado.

Por fim, agradeço ao meu amor, por ter me acompanhado durante todas as fases relacionadas a esta pesquisa, foram muitas! Por ter sido um ótimo ombro, ouvido, abraço e coração. Obrigada pelas inúmeras leituras, pelas tantas conversas sobre o tema, e por conseguir (às vezes) me convencer que a coisa é mais simples do que eu penso. Obrigada por ser sempre o meu melhor lugar.



## RESUMO

Os dados geográficos configuram-se como importante recurso para instituições dos mais variados segmentos. Entretanto a falta de padronização na estrutura do “dado”, bem como a falta de metadados e de um sistema geodésico de referência adequado podem inviabilizar a sua utilização futura. Com o objetivo de promover o adequado ordenamento na geração, no armazenamento, no acesso, no compartilhamento, na disseminação e no uso dos dados geoespaciais, a partir dos anos 90 diversos países passaram a estruturar suas Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE), sendo que, no Brasil, o Governo Federal instituiu, em 2008, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais notadamente conhecida como INDE. Hodiernamente, porém, ainda existem instituições produtoras de dados espaciais que não se adaptaram aos padrões estabelecidos pela INDE, como é o caso do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), órgão responsável por elaborar, estruturar e manter atualizada a base de dados geográfica das rodovias federais. Neste contexto, a pesquisa teve como objetivo analisar a atual estrutura dos dados espaciais presentes no subsistema Rodoviário da INDE; e propor um modelo estrutural de base de dados de rodovias, utilizando como estudo de caso a base de dados do DNIT. A proposição foi fundamentada com base na estrutura proposta apresentada pela INDE e ainda por uma referência internacional, já consolidada nos países da Comunidade Europeia, denominada *Infrastructure for Spatial Information in European* (INSPIRE). O resultado obtido na pesquisa configura-se na proposição de uma tabela contendo os atributos para uma nova estrutura de base de dados geográficos de rodovias, elaborada e adaptada a partir de: análises realizadas nas IDEs de referência; atributos oriundos da base de dados do DNIT; e, por fim, atributos propostos pela autora.

**Palavras-chave:** Infraestrutura de Dados Espaciais. Rodovias. Estrutura. Padronização.



## ABSTRACT

Geographic data is an important resource for institutions of the most varied segments. However, the lack of standardization in the structure of the "data", as well as the lack of metadata and an adequate geodetic reference system can make future use infeasible. In order to promote adequate planning in the generation, storage, access, sharing, dissemination and use of geospatial data, from the 1990s, several countries started to structure their Spatial Data Infrastructures (SDI). In Brazil, the Federal Government instituted in 2008, the National Spatial Data Infrastructure (INDE). However, there are still institutions that produce spatial data that have not adapted to the standards established by INDE, such as the National Department of Transport Infrastructure (DNIT), which is responsible for developing, structuring and updating the geographic database of Federal highways. In this context, the objective of the research was to analyze the current spatial data structure in the INDE Road Subsystem and to propose a structural model of road database, using as a case study the DNIT database. The proposal was based on the proposed structure presented by INDE and also on an international reference, already consolidated in the countries of the European Community, called INSPIRE. The result obtained in the research is configured in the proposition of a table containing the attributes for a new geographic database structure of highways, elaborated and adapted from: the analyzes performed in the reference IDEs; attributes from the DNIT database; and finally, of the attributes proposed by the author.

**Key words:** Spatial Data Infrastructure. Highways. Structure. Standardization.





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Categorias de informação modeladas pela CONCAR .....	29
Figura 2: Modelo de comunicação na cartografia digital automatizada	36
Figura 3: Componentes de um SIG e suas relações com a INDE .....	40
Figura 4: Exemplo de diagrama de classes da ET-EDGV: Categoria de Sistema de Transportes .....	42
Figura 5: Níveis de abstração geográfica .....	43
Figura 6: Representação de uma linha (a) no formato vetorial (b) e no formato raster (c) .....	44
Figura 7: Seções da estrutura de metadados geográficos do padrão FGDC .....	48
Figura 8: Seções de metadados do Perfil MGB .....	50
Figura 9: Exemplos de instituições que têm metadados disponibilizados pelo Geonetwork .....	54
Figura 10: Componentes de uma IDE .....	56
Figura 11: Hierarquia de IDEs em diferentes níveis .....	57
Figura 12: Componentes de uma IDE .....	58
Figura 13: Estrutura organizacional da CONCAR .....	62
Figura 14: Base de dados geográficos de rodovias do DNIT (2016) ....	66
Figura 15: Esquema de desenvolvimento da pesquisa .....	67
Figura 16: Comparação da geometria de trechos da base de dados de rodovias de 2015 (em vermelho) e de 2016 (em verde) .....	79
Figura 17: Representação da base de dados de rodovias de 2015 (em vermelho) e de 2016 (em verde) .....	80
Figura 18: Diagrama de classe do Subsistema Rodoviário .....	84
Figura 19: Visão geral do diagrama de classe da Rede de Transporte Rodoviário .....	92
Figura 20: Visão geral dos objetos espaciais que formam a rede de transporte rodoviário .....	93



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Elementos do Perfil MGB SumarizadoEntidades e elementos do Núcleo de Metadados do Perfil MGB Sumarizado .....	51
Tabela 2: Estrutura da base de dados de rodovias do DNIT (Versão 03/2015) .....	72
Tabela 3: Estrutura da base de dados de rodovias do DNIT (Versão 12/2016) .....	74
Tabela 4: Estrutura da classe Via_Rodoviária na ET-EDGV .....	85
Tabela 5: Estrutura da classe Trecho_Rodoviario .....	85
Tabela 6: Descrição dos objetos espaciais do diagrama de classe de rodovias .....	93
Tabela 7: Descrição das listas de códigos relacionadas aos objetos espaciais.....	95
Tabela 8: Comparação entre características da estrutura INDE e INSPIRE .....	96
Tabela 9: Atributos e classes correspondentes entre a INDE e a INSPIRE .....	100
Tabela 10: Proposta da estrutura da base de dados geográficos de rodovias para o Brasil .....	103



## LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ACI	Associação Cartográfica Internacional
BDG	Banco de Dados Geográficos
CEMG	Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais
CEMND	Comitê de Estruturação da Mapoteca Nacional Digital
CGM	Modelo Conceitual Genérico
CINDE	Comitê de Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
CNGEO	Comitê de Nomes Geográficos
CNMS	Comitê de Normatização do Mapeamento Cadastral
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico
EPL	Empresa de Planejamento e Logística S.A.
ET-ADGV	Especificação Técnica para Aquisição da Geometria dos Dados Geoespaciais Vetoriais
ET-CQDGV	Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Produtos Vetoriais e Matriciais
ET-EDGM	Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Matriciais
ET-EDGV	Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais

ET-EMDG	Especificação Técnica para Estruturação de Metadados Geoespaciais
ET-RDGV	Especificação Técnica para Representação de Dados Geoespaciais Vetoriais
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FGDC	<i>Federal Geographic Data Committee</i>
GNSS	Global Navigation Satellite System
GSDI	<i>Global Spatial Data Infrastructure Association</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INSPIRE	<i>Infrastructure for Spatial Information in European</i>
IRI	Índice de Rugosidade Internacional
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KLM	eXtensible Markup Language
MGB	Metadados Geoespaciais do Brasil
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPOG	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
MTD	Mapoteca Topográfica Digital
MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
NSDI	<i>National Spatial Data Infrastructure</i>
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
OMT-G	<i>Object Modeling Technique for Geographic Applications</i>
PNV	Plano Nacional de Viação
PPGTG	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial

SCN	Sistema Cartográfico Nacional
SDE	Subcomissão de Estruturação de Dados Espaciais
SDI	<i>Spatial Data Infrastructure</i>
SDI	Subcomissão de Divulgação
SDN	Subcomissão de Assuntos de Defesa Nacional
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SHP	<i>Shapefile</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNL	Subcomissão de Legislação e Normas
SNV	Sistema Nacional de Viação
SPA	Subcomissão de Planejamento e Acompanhamento
TBCD	Tabela da Base Cartográfica Digital
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
US-NRC	<i>United States National Research Council</i>
Valec	Valec Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.
WFS	<i>Web Feature Service</i>
WMS	<i>Web Map Service</i>





# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>27</b>
1.1	Apresentação.....	27
1.2	Justificativa .....	30
1.3	Objetivos.....	33
1.3.1	Objetivo Geral.....	33
1.3.2	Objetivos Específicos .....	33
1.4	Estrutura Organizacional do Trabalho .....	33
<b>2</b>	<b>Revisão de Literatura.....</b>	<b>35</b>
2.1	Cartografia analógica e digital .....	35
2.2	Sistema de Informação Geográfica .....	37
2.2.1	Banco de Dados Geográficos.....	40
2.2.2	Formato de arquivo (vetorial e raster) .....	43
2.3	Dados e Metadados.....	44
2.3.1	Geonetwork .....	52
2.4	Infraestruturas de Dados Espaciais: IDEs .....	55
2.4.1	INSPIRE: <i>Infrastructure for Spatial Information in Europe</i> .....	58
2.4.2	INDE: Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil.....	60
<b>3</b>	<b>Materiais e Método.....</b>	<b>65</b>
3.1	Materiais Utilizados.....	65
3.1.1	Programa computacional.....	65
3.1.2	Materiais Bibliográficos.....	65
3.1.3	Estudo de caso – base de dados .....	65
3.2	Método.....	66
3.2.1	Etapa 1: Levantamento Bibliográfico e Análises .....	67
3.2.2	Etapa 2: Proposição do modelo estrutural da base de dados geográficos de rodovias do Brasil .....	69
3.2.3	Etapa 3: Considerações Finais e Recomendações.....	69

<b>4</b>	<b>Resultados e Análises .....</b>	<b>71</b>
4.1	Análise da Base de Dados de Rodovias: DNIT .....	71
4.2	Análise da Estrutura da Base de Dados de Rodovias: INDE .....	82
4.3	Análise da Estrutura da Base de Dados de Rodovias: INSPIRE.....	90
4.4	Análise comparativa entre as estruturas INDE e INSPIRE ..	96
<b>5</b>	<b>Proposição de Modelo Estrutural para a Base de Dados Geográficos de Rodovias do Brasil.....</b>	<b>103</b>
<b>6</b>	<b>Considerações Finais e Recomendações .....</b>	<b>111</b>
6.1	Considerações Finais .....	111
6.2	Recomendações.....	112
<b>7</b>	<b>Referências.....</b>	<b>115</b>
	<b>Apêndice: Questionários DNIT e MTPA .....</b>	<b>127</b>
	<b>Anexo: Estruturas das classes do Subsistema Rodoviário.....</b>	<b>139</b>

# 1 Introdução

## 1.1 Apresentação

O cenário cartográfico atual passa por um período de importantes avaliações e mudanças. Isto se deve à popularização da cartografia digital e à maneira desordenada da qual a produção cartográfica é gerada. Com o advento da cartografia digital, desde o final dos anos 80, no Brasil, começaram a surgir os primeiros problemas quanto à estruturação dos dados espaciais vetoriais. Isso porque as duas principais instituições públicas da cartografia brasileira, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), trabalhavam em diferentes concepções de estruturas.

Segundo a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR, 2008):

A dificuldade de compatibilização para um padrão único de estrutura de dados geoespaciais decorria de diferenças de concepção que tinham a DSG e o IBGE, em função das aplicações destas Organizações, resultando em: número de categorias, semântica diferenciada para algumas categorias, feições ou elementos de feições, quantidade de atributos por feição.

A exemplo do que ocorreu em outros países, o Brasil vem se preocupando com os rumos da cartografia digital e com a maneira desconstruída que resulta na produção de dados geoespaciais. A fim de sanar tal problema, foi instituída, em novembro de 2008, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).

Segundo o Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008, entre os objetivos da INDE estão:

promover o adequado ordenamento na geração, no armazenamento, no acesso, no compartilhamento, na disseminação e no uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal, em proveito do desenvolvimento do País”, além disso “promover a utilização, na produção dos dados geoespaciais pelos órgãos públicos das esferas federal, estadual, distrital e municipal, dos padrões e normas homologados pela Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR.

O primeiro artigo deste decreto salienta que o objetivo da INDE é impedir a duplicidade de ações e o desperdício de recursos para a obtenção de dados geoespaciais, de modo que os órgãos públicos – sejam eles da esfera federal, estadual, distrital ou municipal – divulguem, por meio de metadados, suas informações já levantadas.

O Brasil é um país eminentemente rodoviário, sendo que as extensões deste modo de transporte são superiores aos demais. Segundo o Ministério dos Transportes, no Brasil a rede hidroviária economicamente navegada é de aproximadamente 22.037 quilômetros

(BRASIL, 2014a), já a malha ferroviária é composta por 28.190 quilômetros (BRASIL, 2014b), enquanto que a extensão total da malha rodoviária é de aproximadamente 1.700.000 quilômetros (BRASIL, 2014c).

Segundo o Plano CNT de Transporte e Logística, de 2014, feito pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), o modo rodoviário é responsável por cerca de 61,1% das cargas regionais transportadas no Brasil, seguido do ferroviário (20,7%), do aquaviário (13,6%), do dutoviário (4,2) e do aéreo (0,4%) (BRASIL, 2014d).

Quanto à distribuição, a malha rodoviária federal pavimentada distribui-se, por região, da seguinte maneira: Nordeste (29,7%); Sudeste (22,3%); Sul (18,1%); Centro-Oeste (17,2%); e Norte (12,7%) (BRASIL, 2014d).

Nesse cenário, percebe-se que há atualmente uma dificuldade gerencial pela grandiosidade do sistema e pela falta de sistematização cartográfica na sua representação e gestão. Para auxiliar o processo gerencial executivo, tem-se como recurso a definição conceitual do sistema, representado por meio de técnica da estruturação de bases de dados geoespaciais.

A Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) configura um conceito internacional (em inglês *Spatial Data Infrastructure - SDI*) e, segundo o *Global Spatial Data Infrastructure Association (GSDI, 2012)*, este termo é frequentemente utilizado para coleções de bases relacionadas a tecnologias, políticas e arranjos institucionais que facilitam a disponibilidade e o acesso aos dados espaciais. A IDE proporciona que as bases de dados espaciais sejam de fácil entendimento, permitindo a aplicação para os usuários em diversos níveis do governo, do setor comercial, do setor sem fins lucrativos, das universidades e dos cidadãos em geral.

O Brasil, passando por um processo de transformação, absorve essas mudanças e, por intermédio da CONCAR<sup>1</sup>, nos anos 2000, articula-se com seus respectivos comitês especializados e subcomissões, com a finalidade de aprofundarem-se nas principais questões técnicas envolvidas na implantação da INDE (CONCAR, 2008). Na estruturação das bases de dados geoespaciais, elaborada pela CONCAR, as ocorrências são representadas por classes de objetos, agrupadas em 13 categorias de informação, conforme a Figura 1.

---

<sup>1</sup> A Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) é um órgão colegiado do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), e fixa as diretrizes e bases da cartografia brasileira entre outras responsabilidades. São atribuições na comissão: Assessorar o Ministro de Estado na supervisão do Sistema Cartográfico Nacional (SCN); Coordenar a execução da Política Cartográfica Nacional; e Exercer outras atribuições nos termos da legislação.

**Figura 1: Categorias de informação modeladas pela CONCAR**

Abastecimento de Água e Saneamento Básico	Administração Pública	Educação e Cultura
Energia e Comunicações	Estrutura Econômica	Hidrografia
Limites	Localidades	Pontos de Referência
Relevo	Saúde e Serviço Social	Sistema de Transportes
	Vegetação	

Fonte: Adaptado de CONCAR (2008)

O foco de pesquisa desse trabalho se apoia plenamente na categoria “Sistema de transportes”, a qual “[...] agrupa o conjunto de sistemas destinados ao transporte e deslocamento de carga e passageiros, bem como as estruturas de suporte ligadas a estas atividades” (CONCAR, 2008), e teve como objetivo desenvolver uma proposta de avaliar e fazer considerações técnicas sobre a infraestrutura de dados espaciais de rodovias, de forma que o objeto de estudo diz respeito à base de dados geográfica vinculada ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). A versão utilizada primeiramente datava de março de 2015 (versão mais atualizada no momento de início deste documento). Entretanto, optou-se por utilizar a versão disponibilizada durante a pesquisa, que data de dezembro de 2016, composta por rodovias pavimentadas, não pavimentadas, planejadas e em obras.

As considerações feitas sobre a base de dados de rodovias foram elaboradas a partir de duas referências de IDEs: aquela utilizada no Brasil, a INDE, e a utilizada na União Européia, a *Infrastructure for Spatial Information in the European* (INSPIRE). Dessa forma, a delimitação da pesquisa foi restrita a essas duas IDEs.

A INSPIRE foi estabelecida pelo parlamento europeu e é abrangente aos países da União Europeia: Alemanha; Áustria; Bélgica; Bulgária; Chipre; Croácia; Dinamarca; Eslováquia; Eslovênia; Espanha; Estônia; Finlândia; França; Grécia; Hungria; Irlanda; Itália; Letônia; Lituânia; Luxemburgo; Malta; Países Baixos; Polônia; Portugal; Reino Unido; República Checa; Romênia; e Suécia (UNIÃO EUROPEIA, 2016).

Em linhas gerais, os principais objetivos da INDE e da INSPIRE são semelhantes e, para ambas as IDEs, a normatização e a organização dos dados geográficos são uma importante ação no desenvolvimento das bases de dados dos países envolvidos. Conforme Hubner (2009):

A não padronização de dados geográficos, a falta de modelos conceituais e de metodologias de trabalho comuns, degradam a qualidade da informação geográfica gerada, comprometendo seu uso duplicando esforços e recursos e dificultando a interoperabilidade da informação geográfica.

Quanto ao cenário atual brasileiro, não se identificou (por meio das atas de reuniões disponibilizadas pela CONCAR) recentes interações entre o DNIT e a CONCAR relacionadas ao planejamento e às ações propositivas conjuntas para definir a infraestrutura de bases de dados rodoviária nacional. Contudo, cabe destacar que o DNIT participou da estruturação da base de dados geoespaciais de rodovias publicada pela CONCAR em 2008, por meio da atuação direta de técnicos convidados, o que contribuiu com definições e análises temáticas preliminares.

Nesse contexto, esta pesquisa contribui para que os órgãos que geram, editam e/ou utilizam dados geoespaciais rodoviários o façam de forma padronizada e de comum acordo entre os “players”, otimizando, portanto, os recursos humano e financeiro.

## 1.2 Justificativa

O compartilhamento de dados geográficos foi popularizado com o advento da cartografia digital e posteriormente ampliado por meio da rede mundial de computadores, a qual conecta instituições de todas as jurisdições e níveis e usuários de modo geral. Esta facilidade acabou por compartilhar também dados geográficos gerados sem o devido padrão.

Analisando o objeto de estudo desta pesquisa, ou seja, a base de dados geoespaciais de rodovias, é possível perceber que nem mesmo o DNIT, instituição pública que contribuiu com a definição da estrutura de dados espaciais na INDE (por meio da Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-EDGV), a utiliza. Essa realidade foi percebida no processo de análise da base de dados do órgão supracitado, quando se identificou, por exemplo, a ausência de informações parametrizadas na INDE e que não constam na base do DNIT, sendo elas a situação física ou o regime de tráfego da rodovia, por exemplo.

Apesar de o DNIT disponibilizar o dado vetorial, ou seja, a base de dados que representa as rodovias federais do Brasil, a instituição não disponibiliza metadados ou qualquer documentação que detalhe as informações tabulares do dado. Dessa forma, percebe-se que o cenário atual no DNIT acerca do que estabelece a INDE ainda se encontra em estágio inicial, apesar das iniciativas que são percebidas e divulgadas pela própria instituição, como o DNITGeo.

O DNIT foi criado pela Lei N° 10.233<sup>2</sup>, de 5 de junho de 2001, que, entre outras providências, dispõe sobre a reestruturação do transporte terrestre, sendo que, nela, fica determinada a vinculação do DNIT ao então Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA): “Art. 79. Fica criado o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – DNIT, pessoa jurídica de direito público, submetido ao regime de autarquia, vinculado ao Ministério dos Transportes.” (BRASIL, 2001).

Cabe destacar que, no ato de criação do DNIT, não foram mencionadas atribuições específicas no que diz respeito a dados geográficos. Por outro lado, a Resolução n° 26, de maio de 2016, aprova o Regimento Interno do Departamento e dispõe sobre a organização e o funcionamento do DNIT, de forma que a temática base de dados geográficos foi citada em dois artigos da resolução:

O artigo 115 dá as competências da Coordenação-Geral de Planejamento e Programação de Investimentos, subordinada diretamente à Diretoria de Planejamento e Pesquisa, entre elas tem-se:

- VII - manter atualizada e unificada base de dados de informações geográficas georreferenciadas da infraestrutura de transportes sob jurisdição do Ministério dos Transportes;
- XII - analisar normas, especificações, projetos, instruções e estudos relacionados ao uso das informações geográficas no DNIT e suas aplicações. (DNIT, 2016).

Enquanto que o artigo 119 dá as competências do Setor de Geotecnologias Aplicadas, subordinado à Coordenação-Geral de Planejamento e Programação de Investimentos, entre elas tem-se:

- I - elaborar, estruturar e manter atualizada a base de dados geográfica, devidamente georreferenciada;
- II - garantir a padronização, a qualidade e a unificação dos dados relativos à infraestrutura de transporte sob gestão do DNIT;
- IV - apoiar a Coordenação-Geral de Planejamento e Programação de Investimentos na organização, manutenção e divulgação da infraestrutura de dados espaciais do DNIT; [...]. (DNIT, 2016).

A pesquisa bibliográfica realizada mostra que as instituições brasileiras não agregaram a temática de padronização de dados espaciais em suas atividades práticas. Fala-se da importância do tema e da otimização de recursos humanos e financeiros. Entretanto a adequação de bases de dados, em especial a de rodovias, que é o objeto de estudo desta pesquisa, não é uma realidade.

Quanto ao dado geográfico, a descrição padronizada de seu conteúdo é útil aos usuários, pois os auxiliam a encontrar e a determinar a sua forma de utilização. Além disso, traz benefícios à instituição

---

<sup>2</sup> A Lei N° 10.233, de 5 de Junho de 2001, “dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências.” (BRASIL, 2001).

detentora dos dados, como a confiabilidade dos dados no tempo independentemente do seu produtor ainda estar ou não ligado à instituição, permitindo a sua reutilização no futuro, em outras etapas do mesmo trabalho ou em trabalhos posteriores que se enquadrem na mesma área de estudo (HUBNER, 2009).

Por meio da pesquisa bibliográfica e da interação com profissionais que criam ou que são usuários de dados geográficos, percebeu-se a dificuldade no entendimento do que estabelece a INDE. Isto porque o diagrama de classes do subsistema de rodovias (apresentado na ET-EDGV) não é de fácil entendimento e, dessa forma, limita e dificulta a sua utilização.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta poderosa, imprescindível na gestão do dado geográfico. Sendo assim, é impossível se obter bons resultados com um SIG alimentado por dados de baixa qualidade e sem padronização.

A visão desta pesquisa parte do olhar do usuário do dado geográfico (por exemplo a Empresa de Planejamento e Logística S.A. - EPL e a Valec Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.). Dessa forma, as considerações sobre a estrutura da base de dados de rodovias do DNIT não se ativeram ao mérito de qual norma ou padrão é o mais adequado. Do ponto de vista do usuário, o mais importante é a informação que o dado geográfico transmite.

Quanto ao processo de entendimento da dinâmica de padronização, os canais de comunicação se mostraram pouco eficientes, tanto na tentativa de coletar informações sobre a base de dados de rodovias, diretamente com o DNIT, como na tentativa de contato com o IBGE e com a DSG para sanar dúvidas a respeito, principalmente das especificações técnicas.

A pesquisa trouxe como referência de IDE a INSPIRE. A escolha pela INSPIRE, e não por qualquer outra IDE internacional de referência, se deu pela qualidade de suas documentações técnicas, organização e acessibilidade, notoriamente superiores às demais IDEs internacionais. Além disso, a INSPIRE foi estruturada por técnicos de diversos países da Comunidade Europeia, muitos deles com experiência prévia em IDE nos seus próprios países.

Este documento contribui não apenas para o sistema de transporte, em especial o modo rodoviário, mas para a importância da temática de padronização do dado geográfico nos mais diferentes setores públicos e privados, pois estes criam e utilizam os dados para alimentar os SIGs, que são ferramentas importantes na tomada de decisão.

Abordando um tema pouco disseminado no Brasil, entende-se que este documento, além de contribuir com a pesquisa acadêmica, pode colaborar com os órgãos gestores, por meio da tomada de decisão, integração de dados, e com a sociedade como um todo, cooperando para o conhecimento do espaço geográfico. Entende-se, ainda, que segundo



o ponto de vista prático, a estruturação de bases de dados e a utilização destes dados por usuários em diferentes esferas de governo e com os mais variados objetivos refletem diretamente na otimização de recursos econômicos, já que são evitados retrabalhos de levantamento e edição de dados, por exemplo.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Propor uma estrutura de base de dados geográficos de rodovias a partir da análise realizada na base de dados do DNIT e das análises realizadas nas estruturas propostas pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e pela *Infrastructure for Spatial Information in European* (INSPIRE).

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- a) Identificar a estrutura da base de dados geográficos de rodovias do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT);
- b) Identificar a estrutura da base de dados de rodovias da INDE, instituída pelo Governo Federal do Brasil, e da INSPIRE, instituída pela Comunidade Europeia;
- c) Comparar as estruturas da base de dados de rodovias da INDE e da INSPIRE; e
- d) Desenvolver um modelo nacional de estrutura de base de dados geográficos de rodovias.

### **1.4 Estrutura Organizacional do Trabalho**

A estruturação do trabalho foi feita de acordo com a Resolução nº 004/PPGTG/2016 do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial (PPGTG) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e de acordo com as Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR/ABNT), que são: Referência (NBR 6023); Numeração Progressiva (NBR 6024); Sumário (NBR 6027); Resumo (NBR 6028); Citação (NBR 10520); Trabalho Acadêmico (NBR 14724); e Projeto de Pesquisa (NBR 15287).

O trabalho foi organizado em cinco capítulos. O Capítulo 1 é composto por: Apresentação, na qual é feita a contextualização do tema; Justificativa, em que é apresentada a relevância do tema pesquisado no cenário acadêmico e de produção de dados; os Objetivos Geral e Específicos; e, por fim, a Estrutura Organizacional do Trabalho.

O Capítulo 2 diz respeito à Revisão de Literatura em que são apresentados os aspectos teóricos norteadores do trabalho que têm relação direta com a temática pesquisada. A revisão de literatura

subsidiou os demais capítulos deste trabalho e evidenciou a importância do tema escolhido.

No Capítulo 3 foram apresentados: o método utilizado, representado por meio do organograma dividido em três etapas. A Etapa 1 é composta pelas análises e pelo entendimento das Infraestruturas estudadas; a Etapa 2 compreende a elaboração do modelo conceitual proposto para a base de dados de rodovias do DNIT, bem como o preenchimento dos respectivos metadados; e, por fim, a Etapa 3, na qual são apresentadas as conclusões e as recomendações acerca do tema trabalhado.

O Capítulo 4 descreve as análises e os resultados referentes a cada uma das bases de dados geográficos de rodovias (do DNIT, da INDE e da INSPIRE) e respectivas infraestruturas. Apresenta-se, ainda, a proposição de uma nova infraestrutura de base de dados a partir do modelo conceitual e dos respectivos metadados.

No Capítulo 5, são descritas as considerações realizadas ao longo do trabalho, as perspectivas para o assunto no cenário nacional e ainda são apresentadas as recomendações identificadas para contribuir com a evolução do tema, tanto na categoria do sistema de transporte como em outras.

Em seguida, são apresentadas as referências bibliográficas consultadas para elaborar o trabalho, norteadoras durante todo o processo. Foram utilizados livros, artigos científicos, dissertações e teses, nacionais e internacionais, todos de suma importância para o entendimento dos aspectos teóricos e pragmáticos e para subsidiar as análises e conclusões alcançadas.

Ao fim do documento, são apresentados: o apêndice referente aos questionários encaminhados ao DNIT e ao MTPA; e o anexo referente às Especificações Técnicas utilizadas.

## 2 Revisão de Literatura

A revisão de literatura abrange uma série de conceitos que estão inter-relacionados e compõem o embasamento teórico necessário ao desenvolvimento da atual pesquisa, norteados pela temática das Infraestruturas de Dados Espaciais.

### 2.1 Cartografia analógica e digital

Existem vários conceitos que definem a cartografia. Entretanto, aquela mais aceita, conforme as produções científicas pesquisadas, trata-se da estabelecida em 1966 pela Associação Cartográfica Internacional (ACI), ratificada no mesmo ano pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO):

A Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e sócio-econômicos, bem como a sua utilização. (BRASIL, 1998).

O desenvolvimento da cartografia sempre esteve relacionado ao desenvolvimento da humanidade e à evolução das tecnologias. Para Freitas (2014), invenções de instrumentos de medição tais quais bússolas, teodolitos, aeronaves e câmeras fotográficas exemplificam tal questão, de forma que não é possível dissociar cartografia de tecnologia. Após a Segunda Guerra Mundial, ocorreu grande avanço nas tecnologias de transporte e de comunicação associadas aos primeiros passos para o desenvolvimento do computador, o que trouxe importantes alterações nas técnicas de mapeamento e nos produtos cartográficos.

Pode-se descrever a Cartografia como a ciência que confecciona, divulga e estuda os mapas, e que manipula as informações oriundas de outras ciências, como a geodésia, sensoriamento remoto, geografia e estatística, padronizando-as em forma de visualização, ou seja, de mapa (KRAAK; ORMELING, 1996).

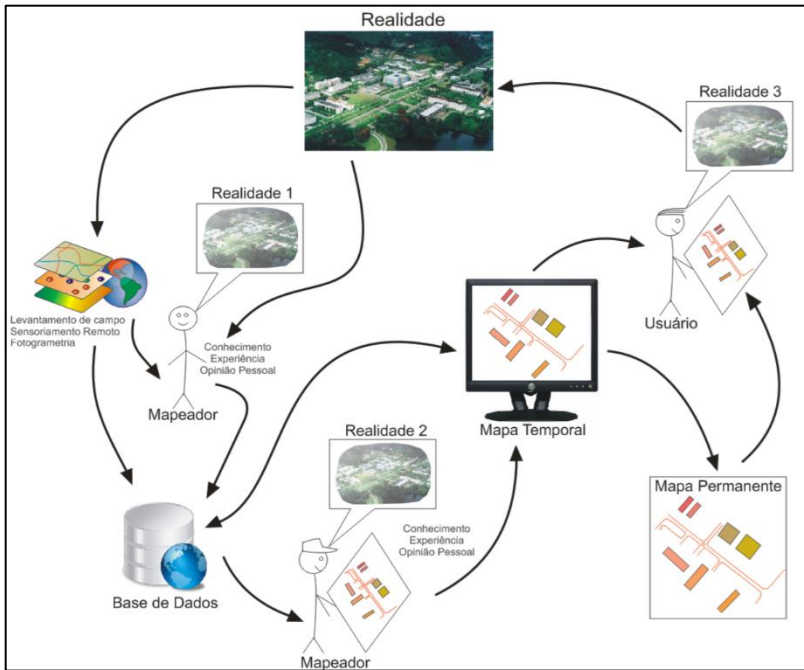
Historicamente, a elaboração de mapas era necessária, entre outros motivos, por conta do comércio, da exploração, de questões militares e de segurança, de forma que gradualmente, à medida que as pessoas se deslocavam e faziam viagens, tornaram-se necessários mapas confiáveis nas rotas de ida e de volta. Funcionários da receita precisavam identificar onde se localizava a propriedade e de quem deveriam cobrar os impostos; e até mesmo as forças militares, que precisavam se antecipar quanto ao quê e onde defender e atacar (WILLIAMSON; GRANT; RAJABIFARD, 2005).

A Figura 2 representa o processo de comunicação cartográfica, elaborado por Lopes (2009), a partir dos modelos de comunicação na

cartografia digital automatizada, baseado em Nogueira (2006) e Kraak e Ormeling (1996), e composto pela interpretação e representação da realidade, que são três:

- Realidade 1: refere-se ao profissional que levanta as informações em campo;
- Realidade 2: refere-se ao profissional que confecciona o mapa com informações levantadas por terceiros; e
- Realidade 3: refere-se ao profissional usuário das informações do mapa.

**Figura 2: Modelo de comunicação na cartografia digital automatizada**



Fonte: Lopes (2009) com base em Nogueira (2006) e Kraak e Ormeling (1996)

Na cartografia analógica ou convencional, a representação das bases de dados espaciais é feita em folha de papel, de forma definitiva e estática. Até o desenvolvimento dos computadores, todos os mapas eram representados de maneira analógica.

Para Nogueira (2008), em nenhum momento, ao longo de toda a história da humanidade, os mapas foram tão acessíveis como ocorre na era digital, sendo que os computadores fizeram uma revolução inédita na cartografia no que diz respeito à confecção, à disponibilização e ao uso de mapas. Com o advento da internet, esta revolução vem sendo ainda

maior, destacando a cartografia a serviço de atividades estratégicas da sociedade e na disseminação de informações em veículos de comunicação de massa.

Uma das principais diferenças entre a cartografia analógica e a cartografia digital é o dinamismo da segunda em relação à primeira, já que ajustes e edições são facilmente executadas por meio de ferramentas computacionais, como os SIGs.

Em função das ferramentas disponibilizadas pelos *softwares* SIGs relativas à facilidade de edição e ajuste gráfico dos dados, a cartografia digital torna-se o dado de entrada primário de maior importância e que deve ter um regramento na sua organização, hierarquização e armazenagem. Assim sendo, a cartografia voltada à temática de estradas se caracteriza como o elemento-chave nos SIGs e de maior tendência de uso pelos órgãos, quer sejam públicos e/o privados.

Para Rodrigue, Comtois e Slack (2006), na área de transportes a cartografia é uma aplicação básica que permite a visualização de redes de transportes e sua diferenciação por componentes temáticos, como cores e espessuras associadas a rodovias em diferentes níveis hierárquicos, por exemplo, de jurisdição (federal, estadual ou municipal), ou da situação em função da pavimentação (pavimentada ou não pavimentada).

A cartografia digital prioriza a visualização e o reconhecimento do dado por meio das informações que o compõem, bem como facilita o entendimento deste com a identificação de seus respectivos metadados.

## 2.2 Sistema de Informação Geográfica

Na literatura nacional e internacional existe uma série de definições para um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Entretanto, em linhas gerais, as definições ressaltam a multifuncionalidade desta tecnologia, a qual permite a realização de análises espaciais e, dessa forma, facilita a tomada de decisão por parte do analista.

Conforme Jack Dangermond expôs em entrevista<sup>3</sup>, em 2012, quando Roger Tomlinson criou o primeiro SIG computacional na década de 1960, chamado de Sistema de Informações Geográficas do Canadá (em inglês *Canada Geographic Information System* - CGIS), seu foco foi no registro e na interpretação dos dados geográficos, não no *design* do sistema. Os dados abrangiam todo o Canadá, e referiam-se a temas como solos, água, florestas e agricultura, que na sequência foram interpretados e utilizados no planejamento regional.

Os SIG são um dos principais sistemas que consomem, por assim dizer, dados geográficos, e é essencialmente composto por *hardware*

---

<sup>3</sup> Entrevista com Jack Dangermond "Landscape Architecture and GIS History". Disponível em: <<http://hdka.hr/2012/03/interview-with-esris-jack-dangermond-landscape-architecture-and-gis-history/>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

(incluem-se aqui as redes de comunicação), *software*, especialistas e dados, de forma que este último é fundamental para o sucesso do sistema (MASÓ; PONS; ZABALA, 2011). Pode-se ver o SIG como um sistema em que dados geográficos são coletados, processados ou reprocessados por especialistas por intermédio de um computador, e podem ser armazenados, manipulados, analisados e recuperados, conforme o caso. Sendo assim, o SIG é uma ferramenta para produção de dados geográficos (TUMBA; AHMAD, 2014).

O SIG trata-se de poderosa ferramenta para captação, armazenamento, manipulação e análise das informações espaciais, amplamente utilizadas por profissionais como agrimensores, cartógrafos, engenheiros e geógrafos, na análise, na interpretação e na representação do mundo real (ABDUL-RAHMAN; PILOUK, 2008). Para Korte (2001), a melhor ferramenta para análise da informação espacial é a do SIG, já que utiliza dados geométricos e tabela de atributos alfanuméricos relacionados por meio de uma chave, um índice identificador.

A partir da evolução da informática, novas possibilidades de análises estratégicas para auxiliar a tomada de decisão passaram a existir. A possibilidade de visualizar dados e resultados das análises espaciais em um mapa permite que o usuário compreenda, de maneira clara e facilitada, a informação disposta (LOPES, 2015).

Conforme Burrough e McDonell (1998) apud Silveira et al. (2008), a definição de SIG, refletindo seus usos e visões, divide-se em três categorias baseadas em:

- Ferramentas: o SIG diz respeito a um poderoso conjunto de técnicas e procedimentos capazes de coletar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais do mundo real (BURROUGH, 1986 apud SILVEIRA et al.);
- Dados: o SIG é um banco de dados organizado espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas espaciais (SMITH et al., 1987 apud SILVEIRA et al.);
- Estruturas organizacionais: o SIG ampara a decisão que integra dados referenciados espacialmente em um ambiente de respostas a problemas (COWEN, 1988 apud SILVEIRA et al.).

Para um SIG apresentar bons resultados, é essencial o envolvimento de uma pessoa qualificada no processo. Este é um sistema complexo formado por partes que precisam se relacionar, de forma que no centro do processo deve estar um analista capacitado e que tenha conhecimento do sistema como um todo (TOMLINSON, 2007)

Conforme Kraak e Ormeling (1996), o SIG permite a integração de diferentes tipos de dados, como aqueles oriundos de sensoriamento

remoto, bancos de dados estatísticos e mapas em papel, nos quais é possível manipular tais dados e realizar análises espaciais. Com esse tipo de operação, tem-se respostas para todo tipo de pergunta, tais quais:

- O que é aquilo? (identificação);
- Onde é? (localização);
- O que mudou desde...? (tendências, alterações entre um período e outro);
- Qual a melhor rota entre...? (caminho ideal);
- Qual a relação existe entre...? (padrões, identificação da relação entre dois temas);
- E se...? (modelos, relação entre planejamento e previsão).

Para Lopes (2009), o banco de dados geográfico integrado em um SIG é um componente básico que oferece ferramenta para consulta, atualização, visualização e processamento de dados georreferenciados. Os resultados de consultas em um SIG podem ser visualizados diretamente na forma de mapas.

O SIG é dividido em três itens correlacionados, de forma que cada item pode ser ou não desenvolvido em um único *software*, dependendo da solução escolhida. Os itens são:

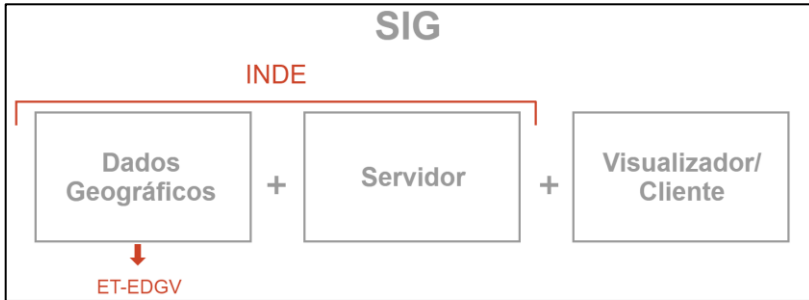
- Dados Geográficos: conforme já mencionado, são dados associados ao componente espacial, em formatos vetorial ou matricial, que são armazenados em sistemas de arquivos ou banco de dados geográficos;
- Servidor de mapas: são utilizados para ler os dados geográficos e para gerar diferentes serviços, por exemplo os padrões eXtensible Markup Language (KML), Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) e shapefile (SHP)<sup>4</sup>;
- Visualizador/Cliente: é utilizado para visualizar os serviços disponibilizados pelo servidor de mapas, sendo que estes visualizadores podem ser disponibilizados em soluções web, por exemplo OpenLayer ou desktop como o QGis ou o ArcGis.

A Figura 3 apresenta esta composição do SIG, e ainda destaca a atuação da INDE, e da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) no componente “Dados Geográfico”, que é o foco deste trabalho, representado na base de dados geográficos de rodovia do DNIT.

---

<sup>4</sup> Estes padrões são definidos pela *Open Geospatial Consortium* (OGC), que é uma organização internacional sem fins lucrativos definidora dos padrões para conteúdos e serviços relacionados ao armazenamento, disponibilização e visualização de dados geográficos.

**Figura 3: Componentes de um SIG e suas relações com a INDE**



Elaboração: A autora

Nesta pesquisa, o SIG foi uma ferramenta essencial, tanto para a visualização da base de dados de rodovias como para as edições realizadas no processo de adaptação à modelagem proposta. Por exemplo, foram identificados que SIGs como o ArcGis e QGis vêm passando pelo processo de adaptação à padronização das bases de dados. O ArcMap (produto que faz parte do pacote ArcGis das Esri) tem aplicação para a criação e a manutenção de dados e metadados geoespaciais, conforme os parâmetros da INSPIRE; já o QGis permite a opção de visualizar os dados do catálogo de serviços da INDE.

### 2.2.1 Banco de Dados Geográficos

Um Banco de Dados Geográficos (BDG) é um dos principais componentes de um SIG, já que estrutura e armazena os dados geográficos e, dessa maneira, possibilita operações de análise e consulta no sistema (LISBOA FILHO IOCHPE, 1999; SANTOS; ALMEIDA; RAMOS, 2007 apud HUBNER, 2009). Para Gazola e Furtado (2007) o BDG trata-se de coleções de dados geográficos que são manipulados por um SIG.

Conforme Câmara, Ferreira e Queiroz (2002), o interesse pelo uso de SIG nos ambientes corporativos levou ao surgimento do Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), cujas vantagens são evitar problemas de integridade e permitir acesso concorrente aos dados, além de facilitar a integração com bases corporativas já existentes. Um SGBD garante o acesso e a modificação de volumes de dados, o controle de acesso por múltiplos usuários e a manutenção de dados por um longo tempo.

A estrutura e as operações de um BDG são descritas por um modelo de dados, que nada mais é do que um conjunto de conceitos. Câmara (2006) descreve que:

No processo de modelagem 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. A modelagem de dados geográficos é uma atividade complexa porque envolve a discretização do espaço como parte do processo de abstração, visando obter representações adequadas aos fenômenos geográficos.

Conforme Hubner (2009), o modelo conceitual de dados OMT-G (em inglês *Object Modeling Technique for Geographic Applications*) é um dos modelos mais empregados no Brasil para a modelagem de aplicações geográficas. Conforme Davis (2014), o OMT-G é um modelo de dados dotado de recursos para o projeto de bancos de dados e aplicações geográficas, e parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da *Unified Modeling Language* (UML), introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação semântica daquele modelo e, reduzindo, desta forma, a distância entre o modelo mental do espaço a ser modelado e o modelo de representação usual.

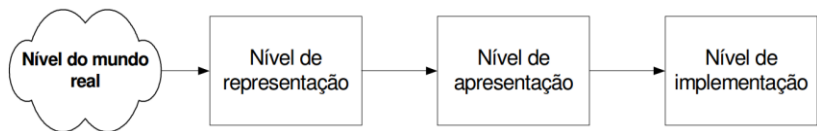
Para Câmara (2006) o modelo OMT-G, além de permitir a especificação de atributos alfanuméricos e métodos associados para cada classe, fornece primitivas para modelar a geometria e a topologia dos dados geográficos, dando suporte a estruturas topológicas e de rede, múltiplas representações de objetos e ainda relacionamentos espaciais. O modelo baseia-se em três principais conceitos: classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais, além de propor o uso de três diferentes diagramas: de classes (mais usual e que contém as classes especificadas junto com suas representações e relacionamentos); de transformação; e de apresentação. A Figura 4 apresenta um exemplo de diagrama de classes.



O diagrama de classes, no OMT-G, é utilizado para descrever a estrutura e o conteúdo de um BDG, de forma que contém apenas regras e descrições que definem conceitualmente como os dados serão estruturados, considerando a informação referente ao tipo de representação que será adotada para cada classe. Essa característica torna o diagrama de classe o produto fundamental em nível de representação conceitual (BORGES; DAVIS JR.; LAENDER, 2005).

A Figura 5 representa a abstração de aplicações geográficas, composta pelos níveis: do mundo real; de representação; de apresentação; e de implementação.

**Figura 5: Níveis de abstração geográfica**



Fonte: Borges, Davis Jr. e Laender (2005)

Sendo que:

**Nível do mundo real** – Contém os fenômenos geográficos reais a representar, como rios, ruas e cobertura vegetal.

**Nível de representação conceitual** – Oferece um conjunto de conceitos formais com os quais as entidades geográficas podem ser modeladas da forma como são percebidas pelo usuário, em um alto nível de abstração. Neste nível são definidas as classes básicas, contínuas ou discretas, que serão criadas no banco de dados. Essas classes estão associadas a classes de representação espacial, que variam de acordo com o grau de percepção que o usuário tem sobre o assunto. Essa preocupação não aparece com frequência nas metodologias tradicionais de modelagem de dados, uma vez que as aplicações convencionais raramente precisam lidar com aspectos relativos à representação espacial (única ou múltipla) de objetos.

**Nível de apresentação** – Oferece ferramentas com as quais se pode especificar os diferentes aspectos visuais que as entidades geográficas têm de assumir ao longo de seu uso em aplicações.

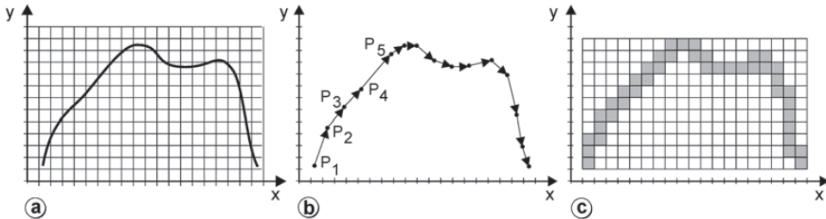
**Nível de implementação** – define padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados para implementar cada tipo de representação, os relacionamentos entre elas e as necessárias funções e métodos. (BORGES; DAVIS JR.; LAENDER, 2005, grifos dos autores).

## 2.2.2 Formato de arquivo (vetorial e raster)

Para Silveira et al. (2008) os dados em um SIG se comportam de duas formas, podendo ser vetorial, quando representado por ponto, linha ou polígono; e raster, quando representados por imagens de satélite, fotos aéreas, mapas digitalizados, modelos digitais de terreno e de elevação, entre outros

Em arquivos vetoriais, linhas ou limites entre áreas são definidos por uma série de pontos, que determinam sua localização e suas conexões (ligações). Já nos arquivos raster, os limites ou qualquer outra informação relevante são definidos por cada elemento da imagem, na forma organizacional de matriz, na qual cada píxel<sup>5</sup> tem seu valor específico, conforme mostra a Figura 6 (KRAAK; ORMELING, 1996).

**Figura 6: Representação de uma linha (a) no formato vetorial (b) e no formato raster (c)**



Fonte: Kraak e Ormeling (1996)

Esta pesquisa tem como foco o formato de arquivo vetorial, já que o objeto de estudo diz respeito à base de dados geográficos de rodovias.

Para Câmara (2005), um ponto é um par de coordenadas espaciais (x,y), que pode ser utilizado para identificar localizações ou ocorrências no espaço, como crimes, doenças ou espécies vegetais. Uma linha é um conjunto de pontos conectados, que guarda feições unidimensionais, por exemplo trechos de rodovias ou rotas marítimas. E uma área, ou polígono, é a região do plano limitada por uma ou mais linhas poligonais conectadas de tal forma que o último ponto de uma linha seja idêntico ao primeiro da próxima.

### 2.3 Dados e Metadados

Entende-se por dados as observações de fatos sob a forma bruta, que por si só não permitem que se obtenha a compreensão do fato (ABREU, 1999 apud HUBNER, 2009; DA VENPORT, 2002). Para Setzer (2015), um dado é uma entidade matemática, que pode ser descrito por meio de representações formais, estruturais, quantificados ou quantificáveis, e podem ser armazenadas e processados por computador.

<sup>5</sup> Definição de pixel: “[...] derivado de picture element, ‘elemento de imagem’, < pix [pl. de pic, abrev. de picture] + el(ement).] **S. m.** Inform. A menor unidade gráfica de uma imagem matricial e que só pode assumir uma única cor por vez. [É o tamanho ou extensão do pixel que determina o grau de resolução da imagem: quanto menor for aquele, maior será esta.]” (FERREIRA, 1999, grifos do autor).

Esta pesquisa direciona-se ao dado geoespacial, que segundo o Decreto 6.666/08 é:

aquele que se distingue essencialmente pela componente espacial, que associa a cada entidade ou fenômeno uma localização na Terra, traduzida por sistema geodésico de referência, em dado instante ou período de tempo, podendo ser derivado, entre outras fontes, das tecnologias de levantamento, inclusive as associadas a sistemas globais de posicionamento apoiados por satélites, bem como de mapeamento ou de sensoriamento remoto.

Para Kraak e Ormeling (1996), as informações geográficas são diferentes de outros tipos de informações, nos quais os dados se referem a objetos ou fenômenos com uma localização específica no espaço, ou seja, um endereço espacial.

O termo “dado geoespacial” é em muitas bibliografias citado como sinônimo de dado espacial, dado geográfico, ou ainda dado georreferenciado. Para Shekhar e Chawla (2003) apud Gonçalves (2008), os dados geográficos tratam-se de uma espécie de dados espaciais, os quais devem ser referenciados à superfície da Terra. Nesta pesquisa, os termos geoespacial, geográfico e georreferenciado serão tratados como equivalentes.

Segundo Lisboa Filho (2000), são quatro os aspectos característicos do dado geográfico: a descrição do fenômeno geográfico; a posição ou localização do dado; o relacionamento espacial com outros fenômenos geográficos; e o instante ou o intervalo de tempo no qual o fenômeno é válido ou existente.

Os dados espaciais estão se tornando informações essenciais em países de todo o mundo, de forma que seu uso foi facilitado por tecnologias de posicionamento como o *Global Navigation Satellite System* (GNSS) e a rede mundial de computadores. Com essas facilidades, os usuários passaram a ter acesso a bases de dados espaciais em médias e grandes escalas, com informações diversas que, por sua vez, estão auxiliando nas tomadas de decisões tanto do setor privado quanto do governo (WILLIAMSON; RAJABIFARD; FEENEY, 2003). Para Manisa e Nkwae (2007), é de consenso geral que os dados espaciais são a chave para a gestão e o desenvolvimento econômico de um país.

Tão importante quanto os dados espaciais, tem-se os metadados, que são o detalhamento do dado, ou dados sobre os dados. Para Ikematu (2001), o metadado tem como finalidade principal a documentação e a organização dos dados, minimizando, dessa forma, a duplicação de esforços e facilitando a manutenção de dados. O autor explica que dados sem metadados é semelhante a um turista em uma cidade desconhecida, sem qualquer informação sobre a cidade. Sem os metadados, o usuário fica sem orientação para obter a informação que necessita.

Conforme Silva (2008), os metadados de informações geográficas são um conjunto de características sobre os dados geográficos que normalmente não estão inclusas nos dados propriamente ditos. O metadado é um conjunto de informações que descreve o dado geográfico e auxilia na sua localização e entendimento, descrevendo, além de outras, peculiaridades relevantes, o conteúdo, a qualidade e a condição do dado geográfico (CALAZANS; DOMINGUES, 2007).

Quanto à importância da utilização dos metadados geoespaciais, para Silva (2015), cada vez mais faz-se necessária uma forma de buscar as informações referentes a fenômenos, ocorrências, localização ou pesquisas, visto o aumento da demanda por informação geoespacial.

Conforme o Decreto 6.666/08, os metadados de informações geoespaciais são um:

conjunto de informações descritivas sobre os dados, incluindo as características do seu levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento, essenciais para promover a sua documentação, integração e disponibilização, bem como possibilitar a sua busca e exploração". (BRASIL, 2008).

Tão importante quanto ter conhecimento dos dados e metadados geoespaciais é a maneira como tais dados serão armazenados, organizados e compartilhados. Camboim (2006) discorre que organizar as informações sobre o acervo espacial, além de melhorar a troca de dados entre as instituições, melhora a organização dos dados, a eficiência no mapeamento e a continuidade de projetos dentro de uma mesma organização. Para o autor, os metadados evitam que apenas os especialistas em geoprocessamento saibam exatamente o conteúdo e a localização dos dados.

Para Silva (2008), com o surgimento dos mapas digitais e dos sistemas de informação, ocorreu o advento dos metadados das informações geográficas, informações essas que constavam nas margens das folhas cartográficas dos mapas analógicos. O autor ainda complementa: "Com o desaparecimento da informação marginal, tornou-se necessário desenvolver um outro tipo de estrutura que documentasse as características dos dados digitais."

Segundo Freitas e Oliveira (2005), os grandes volumes de dados geográficos produzidos sem parâmetros técnicos de obtenção, armazenamento, tratamento, avaliação e divulgação por instituições com objetivos específicos em suas áreas tratam-se do motivo para a deficiência no compartilhamento de dados geográficos.

Além de melhorar a troca de dados entre instituições, a organização das informações sobre o acervo espacial proporciona organização dos próprios dados, a eficiência no mapeamento e a continuidade de projetos dentro de cada organização (CAMBOIM, 2006).

Desde a criação da INDE, em 2008, instituições vêm somando esforços para estruturarem seus dados geográficos. Em contrapartida,

grande parte dos órgãos públicos<sup>6</sup> ainda não tomaram prática de produzirem suas informações a partir de uma consciência holística.

Além de os metadados permitirem o conhecimento detalhado das informações geográficas, eles permitem ainda que sejam evitados retrabalhos no levantamento de informações e, conseqüentemente, o desperdício de recursos públicos. O primeiro artigo, inciso III, do Decreto 6.666/08, descreve como um dos objetivos dos metadados “evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pelos órgãos da administração pública [...]” (BRASIL, 2008).

Segundo Brodeur e Massé (2001) apud Hubner (2009), a padronização tem sido o tópico líder em geoprocessamento por mais de 20 anos, visando a simplificação do intercâmbio, o uso e o reuso de dados geográficos. Durante todo este período, foram feitos esforços para padronizar os modelos de dados, a descrição, a representação e a codificação de fenômenos geográficos.

Entende-se por padrão “documento aprovado por um organismo reconhecido que provê, pelo uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características de produtos, processos ou serviços cuja obediência não é obrigatória” (ISO 9000:2000 apud LUNARDI; PENHA; CERQUEIRA, 2012).

Para CONCAR (2009), é necessário que os padrões de metadados sejam consolidados e estruturados, visando:

- Identificar o produtor e a responsabilidade técnica de produção;
- Padronizar a terminologia utilizada;
- Garantir a transferência de dados;
- Viabilizar a integração de informações;
- Identificar a qualidade da informação geográfica e subsidiar a análise do usuário quanto à adequação a suas aplicações; e
- Garantir os requisitos mínimos de divulgação e uso dos dados geoespaciais.

Dentre os padrões de metadados geoespaciais, a CONCAR cita dois: a norma ISO 19115:2003<sup>7</sup> (destacado como o mais popular); e o padrão do *Federal Geographic Data Committee* (FGDC). O FGDC é um comitê norte americano responsável pela coordenação do compartilhamento e dos padrões dos dados geográficos dos Estados

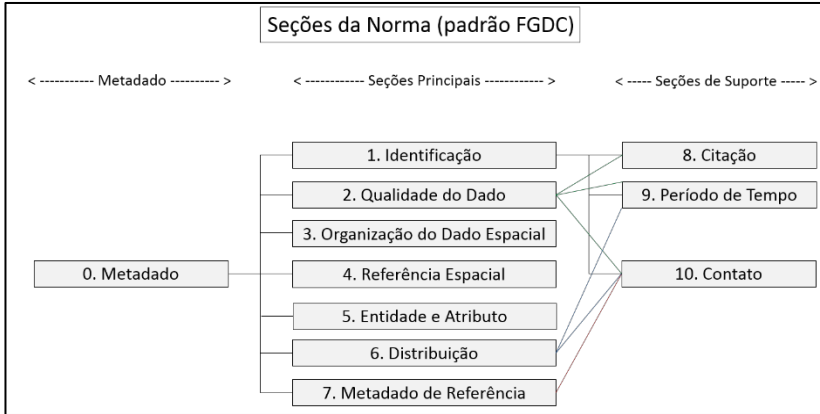
---

<sup>6</sup> Apesar de ser recomendado a todos os produtores de dados geográficos que sigam a INDE, o Decreto 6.666/08 aponta os órgãos públicos das esferas federal, estadual, distrital, e municipal a seguirem o instituído em lei.

<sup>7</sup> Cabe mencionar que, no ano de 2014, a ISO 19.115 sofreu atualização e passou a ser a ISO 19.115-1:2014. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/53798.html>>. Acesso em: 5 de maio de 2017.

Unidos; estabelece um conjunto de terminologias, definições e estrutura de armazenamento, aplicados à documentação de dados geográficos digitais (PRADO et al., 2009). A Figura 7 representa o padrão de metadados geográficos segundo sua estruturação, composta por 11 seções.

**Figura 7: Seções da estrutura de metadados geográficos do padrão FGDC**



Elaboração: A autora Fonte: FGDC (2000)

Outro padrão de metadados bastante difundido é o do Dublin Core, que não se limita a dados do tipo geográfico, e é composto por quinze elementos, sendo eles: título; autor; assunto/palavras-chave; descrição; editor; colaborador; data; tipo do recurso; formato; identificador do recurso; fonte; língua; relação; cobertura; e gerenciamento (SILVA et al., 2014).

Para Lisboa Filho (2013), as várias iniciativas de criação de um padrão único de metadados acabou resultando em um efeito contrário, o que o autor chama de “despadronização”. Ao comparar padrões de metadados tão diferentes como o Dublin Core, composto por 15 elementos, com o ISO19115:2003, que possui mais de 350 elementos, é possível entender a complexidade da situação. O autor alerta ainda que, além da diferença relacionada à quantidade de elementos de cada padrão, existem as particularidades de cada país ou região, que pode ter sistemas de projeção e geodésico diferentes, de forma que a conversão desses dados impacta diretamente nos metadados desta infraestrutura.

A norma ISO 19115:2003 é um padrão de metadados geoespaciais internacional que faz parte de um conjunto de normas afins relativas ao armazenamento, à troca e ao manuseio de informações geográficas, além de considerar diferenças culturais e linguísticas. Composta por mais de 300 elementos de metadados, a norma trata como obrigatório oito elementos nos perfis baseados neste padrão. Esta base

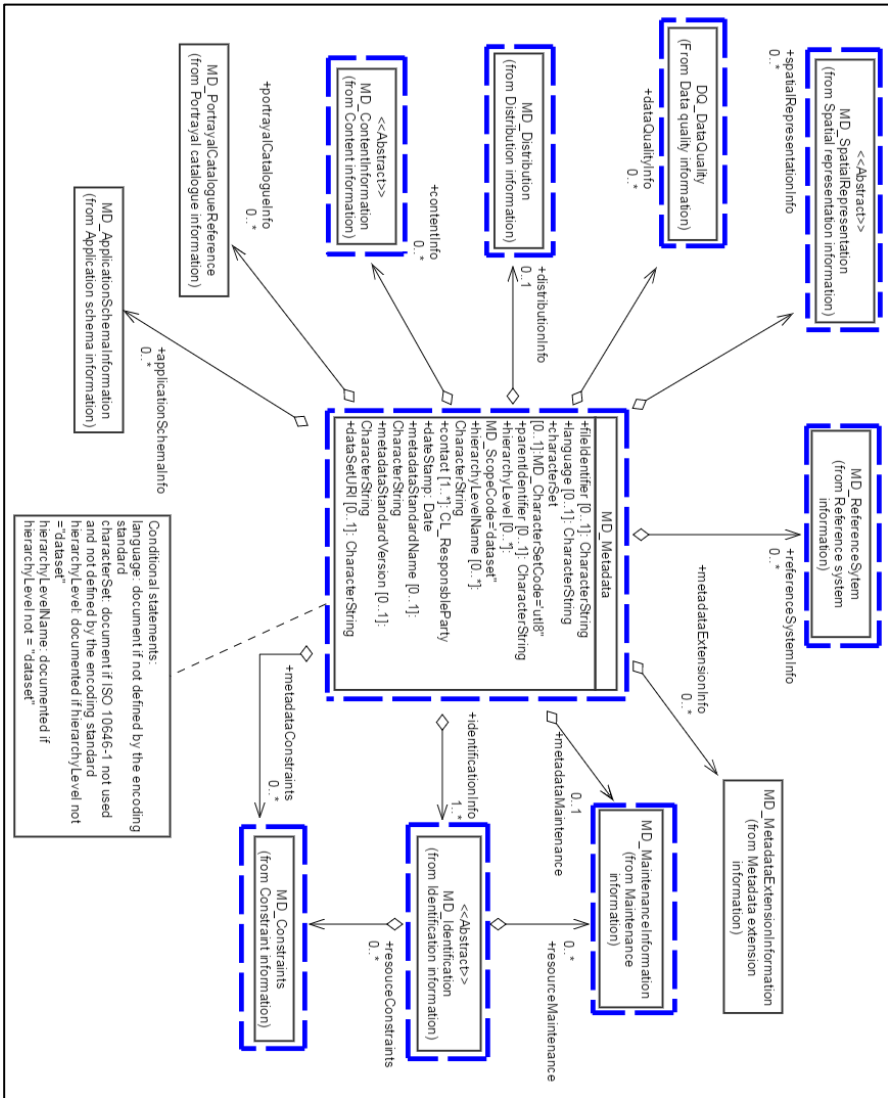


mínima de elementos seria o denominador comum a todos os perfis de metadados, o que garante a interoperabilidade entre as diversas implementações (CONCAR, 2009).

As seguintes seções, bem como aquelas apresentadas na Figura 8, destacadas em azul, são as contempladas no Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (MGB):

- Seção de identificação: informação básica requerida para identificar univocamente um produto;
- Seção de Restrições: restrições legais e de segurança no acesso e no uso dos dados;
- Seção de Qualidade dos Dados: descreve sua linhagem (fontes e processos de produção) e qualidade/teste dos dados;
- Seção de Manutenção dos Dados: descreve práticas de manutenção e atualização;
- Seção de Representação Espacial: descreve mecanismo usado para representar os dados geoespaciais (matricial ou vetorial);
- Seção do Sistema de Referência: descreve sistema de referência espacial e temporal usado;
- Seção de Conteúdo: descreve conteúdo do(s) catálogo(s) de abrangência e de feições usado(s) para definir feições de dados geoespaciais; e
- Seção do Distribuidor: informações do distribuidor e métodos de acesso.

Figura 8: Seções de metadados do Perfil MGB



Fonte: CONCAR (2009)

A INDE utiliza e recomenda a utilização do Perfil MGB, que é um padrão nacional derivado da ISO 19115:2003, conforme apresentado na Figura 8. É recomendado a todo órgão ou instituição produtora, mantenedora ou que disponibiliza dados geoespaciais, que se utilize este padrão nacional para que se possa catalogar os seus respectivos metadados (SILVA, 2015). A Tabela 1 apresenta os 23 elementos do Perfil MGB Sumarizado, diferenciados por obrigatório, condicional e opcional.

**Tabela 1: Elementos do Perfil MGB Sumarizado** Entidades e elementos do Núcleo de Metadados do Perfil MGB Sumarizado

<b>Entidade/ Elemento</b>	<b>Obrigatoriedade</b>
1. Título	Obrigatório
2. Data	Obrigatório
3. Responsável	Obrigatório
4. Extensão Geográfica	Condicional
5. Idioma	Obrigatório
6. Código de Caracteres do CDG	Condicional
7. Categoria Temática	Obrigatório
8. Resolução Espacial	Opcional
9. Resumo	Obrigatório
10. Formato de Distribuição	Obrigatório
11. Extensão Temporal e Altimétrica	Obrigatório
12. Tipo de Representação Espacial	Opcional
13. Sistema de Referência	Obrigatório
14. Linhagem	Opcional
15. Acesso Online	Opcional
16. Identificador de Metadados	Opcional
17. Nome Padrão de Metadados	Opcional
18. Versão da Norma de Metadados	Opcional
19. Idioma de Metadados	Condicional
20. Código de Caracteres dos Metadados	Condicional
21. Responsável pelos Metadados	Obrigatório

Entidade/ Elemento	Obrigatoriedade
22. Data dos Metadados	Obrigatório
23. Status	Obrigatório

Fonte: CONCAR (2009)

### Segundo Silva (2015):

Um Catálogo de metadados geoespaciais é fundamental para a busca de informações geoespaciais, pois é a partir dele que se torna possível identificar informações sobre o conjunto de dados geoespaciais, como por exemplo: o responsável pela produção, a linhagem de produção, o responsável pela sua distribuição, a abrangência geográfica, os formatos de distribuição, endereços de distribuição na internet, informações de utilização, ano de produção, dentre outros. O metadado geoespacial é um dos componentes fundamentais de uma infraestrutura de Dados Espaciais (IDE).

Para Souza et al. (2013), no Brasil, uma das razões para o não preenchimento dos metadados pode estar relacionada ao desgaste na produção de metadados em padrões trabalhosos e extensos, como o ISO 19115:2003. Para o autor, o hábito de documentar os dados está em desenvolvimento, e mesmo a utilização do Perfil MGB Sumarizado pode ser considerada trabalhosa por seus produtores. Conforme Cada e Janecka (2016), em geral a informação espacial não é efetivamente utilizada na administração pública, principalmente pela inexistência de informações sobre quais dados espaciais existem e suas características (ou seja, seus metadados).

### Conforme a CONCAR (2010):

o ideal é que a confecção dos metadados seja feita pelo responsável pela elaboração do respectivo produto que está sendo documentado e em paralelo ao processo de geração dos dados, ou seja, na linha de produção dos mesmos. Na impossibilidade disso acontecer, sugere-se minimamente uma supervisão dos metadados criados, feita pelo produtor dos dados geoespaciais.

### 2.3.1 Geonetwork

Para Silva (2015), o metadado é um dos componentes fundamentais em uma Infraestrutura de Dados Espaciais, e a existência de um catálogo de metadados é fundamental na busca por informações geoespaciais.

Existe uma série de catálogos que implementam ambientes de documentação, edição, recuperação, e divulgação de metadados geoespaciais na internet, como o *ArcIMS Metadata Server* (da ESRI), o *GeoConnect Geodata Management Server* (da Intergraph) e o

GeoNetwork (da FAO<sup>8</sup>/ ONU) (CONCAR, 2010). Esta última diz respeito à ferramenta sugerida pela INDE pelas seguintes características:

- Livre e de código aberto;
- Mecanismo de busca avançado;
- Suporte nativo e padrões de metadados geoespaciais conhecidos;
- Edição de metadados baseados em perfis de metadados geográficos;
- Sincronização de metadados entre catálogos distribuídos;
- Interface com usuário em diversos idiomas;
- Controle de acesso;
- Gerenciamento de usuários e grupos de usuários; e
- Uso de protocolos que permitem conexão com diversos produtos de metadados geográficos. (CONCAR, 2010).

O Plano de Ação da INDE recomenda que a carga, edição e divulgação dos metadados ocorra no Geonetwork. Em 2010 o IBGE disponibilizou a customização do Geonetwork no Perfil MGB (completo e sumarizado), em português e com melhorias no *layout* (GUEDES, 2010).

O Geonetwork oferece uma interface *web* que possibilita a pesquisa de dados geográficos por meio de catálogos. Além disso, combina serviços de mapas em seu visualizador, publica dados, tem ferramenta de edição e opcionalmente o servidor de mapas GeoServer<sup>9</sup> embutido (NETO; PELEGRINA; CANAL, 2012). A Figura 9 apresenta alguns exemplos de instituições que disponibilizam os seus metadados por meio do Geonetwork como a INDE<sup>10</sup>, e o IBGE<sup>11</sup>.

---

<sup>8</sup> FAO vem da sigla em inglês *Food and Agriculture Organization*.

<sup>9</sup> *GeoServer* é um *software* livre que permite aos seus usuários visualizarem e editarem dados geoespaciais. Utilizando padrões *Open Geospatial Consortium* (OGC), o *GeoServer* oferece flexibilidade na criação de mapas e compartilhamento de dados.

<sup>10</sup> Disponível em: <<http://www.metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/main.home>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

<sup>11</sup> Disponível em: <[http://www.metadados.geo.ibge.gov.br/geonetwork\\_ibge/srv/por/main.home](http://www.metadados.geo.ibge.gov.br/geonetwork_ibge/srv/por/main.home)>. Acesso em: 18 fev. 2017.

Figura 9: Exemplos de instituições que têm metadados disponibilizados pelo Geonetwork

The figure displays two screenshots of metadata catalogs from Brazilian institutions. The top screenshot is from INDE (Instituto Nacional de Informação em Geografia e Estatística) and the bottom is from IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

**INDE Screenshot (Top):**

- Header:** BRASIL | Serviços
- Logo:** INDE
- Section:** CATÁLOGO DE METADADOS
- Navigation:** Página inicial, Links, Ajuda, Estatísticas, Contato
- Search:** O QUE? ONDE? (with map view options)
- Text:** ENCONTRE MAPAS INTERATIVOS, CONJUNTOS DE DADOS GEográficos, IMAGENS DE SATELITE E OUTROS SERVIÇOS
- Section:** OS METADADOS GEOSPACIAIS:
  - Metadados geospaciais:** têm como objetivo descrever as características, possibilidades e limitações dos dados geospaciais através de informação estruturada e documentada, possibilitando a criação de repositórios de dados dessa natureza, os quais podem ser encontrados pelos usuários através de um mecanismo de busca geográfico ligado a diversos serviços, páginas e portais especificamente direcionados a este fim.
  - Dados espaciais:** consistem de bases cartográficas em diversas escalas, dados geodésicos, bem como atlas e mapas temáticos relativos às áreas de geografia e meio ambiente, os quais requerem, portanto, documentação consistente e padronizada, que possibilitem seu uso correto por parte da comunidade de usuários. Foi adotado, no INDE, um perfil baseado no padrão ISO19115:2003, oficialmente utilizado pelos órgãos do Sistema Cartográfico Nacional.
- Mapa em Destaque:** LOGÍSTICA DE ENERGIA 2015 - NÚMERO DE UNIDADES DE COMPRESSÃO DE GÁS NATURAL POR MUNICÍPIO. Localização e número das unidades de compressão de gás natural, agregadas por município. Nota: Unidades de compressão de gás natural agregadas por município e referenciadas à sede municipal. Fonte: mais detalhes.
- Últimas Atualizações:**
  - GeoRSS
  - BC25\_RJ - TRECHO FERROVIÁRIO
  - BC25\_RJ - PONTE
  - BC25\_RJ - TUNEL
  - BC25\_RJ - DEPÓSITO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
  - Balanco Hídrico Quantitativo
  - BC25\_RJ - EDIFICAÇÃO AGROPECUÁRIA, DE EXTRATIVISMO VEGETAL OU DE PESCA
  - BC25\_RJ - ROCHA
  - BC25\_RJ - PÁTIO
  - Vulnerabilidade a Inundações do Brasil
  - Carta geotécnica de aptidão à urbanização do município de São Bernardo do Campo
- Catálogos P:**
  - ANA - Agência Telecomunicações
  - ANATEL - Agência Reguladora de Serviços de Telecomunicações
  - BRASIL - Banco de Dados Geográficos
  - CEPERJ - Centro de Estatísticas e Serviços de Informática
  - CPRM - Serviço de Informação Geográfica
  - DNIT - Departamento de Infraestrutura de Transportes
  - FUNAI - Fundação de Amparo à Pesquisa em Defesa da Floresta Primária
  - IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis
  - IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
  - ICA - Instituto de Aeronáutica e Espaço
  - MAPA - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
  - MMA - Ministério do Meio Ambiente
  - MDS - Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome
  - MMA - Ministério do Meio Ambiente
  - MP - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
  - MN - Ministério do Meio Ambiente
  - PNP - Rede Nacional de Pesquisa

**IBGE Screenshot (Bottom):**

- Header:** IBGE
- Section:** CATÁLOGO DE METADADOS
- Navigation:** Página inicial, Contato, Links, Ajuda
- Search:** O QUE? (trecho rodoviário) ONDE? (with map view options)
- Text:** ATIVOS, CONJUNTOS DE DADOS DE SATELITE E OUTROS SERVIÇOS
- Section:** ACIAIS:
  - Aciais:** têm como objetivo descrever as características, possibilidades e limitações dos dados geospaciais através de informação estruturada e documentada, possibilitando a criação de repositórios de dados dessa natureza, os quais podem ser encontrados pelos usuários através de um mecanismo de busca geográfico ligado a diversos serviços, páginas e portais especificamente direcionados a este fim.
  - Dados espaciais:** consistem de bases cartográficas em diversas escalas, dados geodésicos, bem como atlas e mapas temáticos relativos às áreas de geografia e meio ambiente, os quais requerem, portanto, documentação consistente e padronizada, que possibilitem seu uso correto por parte da comunidade de usuários. Foi adotado, no IBGE, um perfil baseado no padrão ISO19115:2003, oficialmente utilizado pelos órgãos do Sistema Cartográfico Nacional.
- Ortofotografia:** ORTOFOTO 1:25.000 - LAGOA DE ALARJAMA SP-23-Z-B-VI-3-SE 2747-3-SE. O ortofotomosaico 1:25.000, que integra o projeto RJ-25, é formado por um mosaico de fotografias aéreas coloridas, ortorretificadas, articuladas por folhas segundo o recorte do mapeamento sistemático b.
- Categorias:**
  - Agricultura e Aquicultura
  - Ambiente
  - Biomassas
  - Clima e Meteorologia
  - Cultura e Lazer
  - Defesa
  - Demografia
  - Educação
  - Elevação (altimétrica e batimétrica)
  - Energia
  - Fauna e Flora
  - Geografia
  - Geologia e Recursos Minerais
  - Geomorfologia (relevo)
  - Habituação
  - Hidrografia e Hidrologia
  - Imagem e Imagem Remota
  - Indicadores
  - Limites Políticos-Administrativos (Nacional, Estaduais e Municipais)
  - Mapeamento Aeronáutico
  - Mapeamento Básico Cadastral
  - Mapeamento Básico Geográfico
  - Mapeamento Básico Topográfico
  - Mapeamento Fundiário
  - Mapeamento Náutico
  - Metadados de parceiros
  - Meteorologia
  - Metodologia
  - Monitoramento Ambiental (Indicadores Ambientais)
  - Monitoramento Ambiental (Riscos naturais e não naturais)
- Últimas Atualizações:**
  - GeoRSS
  - BC25\_RJ - TRECHO DE MASSA D'ÁGUA
  - BC25\_RJ - TRECHO FERROVIÁRIO
  - BC25\_RJ - ROCHA
  - BC25\_RJ - EDIFICAÇÃO AGROPECUÁRIA, DE EXTRATIVISMO VEGETAL OU DE PESCA
  - BC25\_RJ - TUNEL
  - BC25\_RJ - VEGETAÇÃO DE RESTINGA
  - BC25\_RJ - PÁTIO
  - BC25\_RJ - PONTE
  - BC25\_RJ - VILA
  - BC25\_RJ - DEPÓSITO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Fonte: INDE (2017) e IBGE (2017)

## 2.4 Infraestruturas de Dados Espaciais: IDEs

O termo Infraestrutura de Dado Espacial (IDE) passou a ser conhecido em 1993, quando usado pela primeira vez pelo Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos (em inglês *United States National Research Council - US-NRC*) para caracterizar o conjunto de arranjos institucionais, políticas e tecnologias que criariam um ambiente propício para o intercâmbio de recursos relacionados à informação geográfica, com o objetivo de criar uma comunidade de partilha da informação. A IDE deve ser inovadora e disponibilizar os dados espaciais mantidos em repositórios, por meio de serviços *web* (TUMBA; AHMAD, 2014). A IDE trata-se de uma infraestrutura amplamente aceita, focada na reutilização de dados e serviços geoespaciais (VEGI; LISBOA FILHO, 2013).

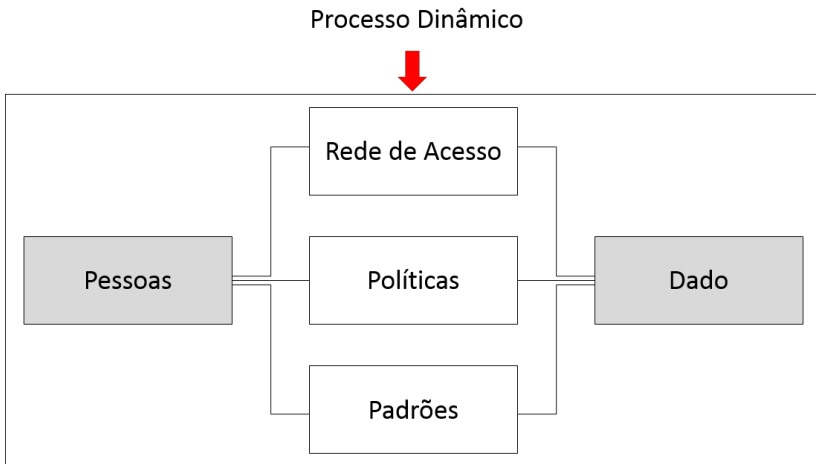
Segundo o Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia<sup>12</sup> entende-se por uma IDE:

metadados, conjuntos e serviços de dados geográficos; serviços e tecnologias em rede; acordos em matéria de partilha, acesso e utilização, e mecanismos, processos e procedimentos de coordenação e acompanhamento estabelecidos, explorados ou disponibilizados nos termos da presente directiva. (EUROPEAN UNION, 2007).

Para Masó et al. (2011), apesar da diversidade de opiniões sobre o que implica uma IDE, é de senso comum que envolve a partilha de informação geográfica ou dados espaciais, sendo o combustível para ferramentas de análise espacial modernas usadas na maioria dos *softwares* SIG. Conforme Williamson et al. (2005), é importante entender que uma IDE não é uma "base de dados", mas uma infraestrutura que liga pessoas a dados, por meio de políticas, rede de acesso e padrões. Esse processo dinâmico pode ser observado na Figura 10.

---

<sup>12</sup> Directiva 2007/2/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de março de 2007.

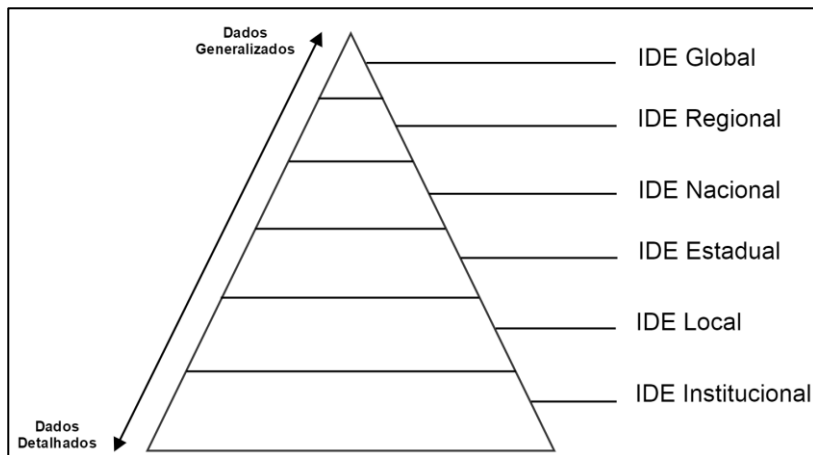
**Figura 10: Componentes de uma IDE**

Elaboração: A autora. Fonte: Adaptado de Willianson et al. (2005)

Para que a IDE atenda às necessidades dos usuários e das partes interessadas, os componentes mencionados na Figura 10 devem ser considerados (TUMBA; AHMAD, 2014). A IDE começou focada em prioridades nacionais e dados, e trata-se de uma iniciativa que sustenta a concepção, a implementação e a manutenção de mecanismos que facilitam a partilha, o acesso e a utilização de dados espaciais entre as diferentes comunidades para melhor atingir os seus objetivos. Com isso em mente, muitas comunidades estão desenvolvendo IDEs para melhorar a gerência e a utilização de seus dados espaciais, por meio de uma perspectiva que começa no nível local e passa pelos níveis estaduais, nacionais e regionais, chegando enfim ao nível global (WILLIAMSON; GRANT; RAJABIFARD, 2005). Esta hierarquia pode ser observada pela representação em diferentes níveis de IDE da Figura 11.



**Figura 11: Hierarquia de IDEs em diferentes níveis**



Elaboração: A autora. Fonte: Williamson, Grant e Rajabifard (2005)

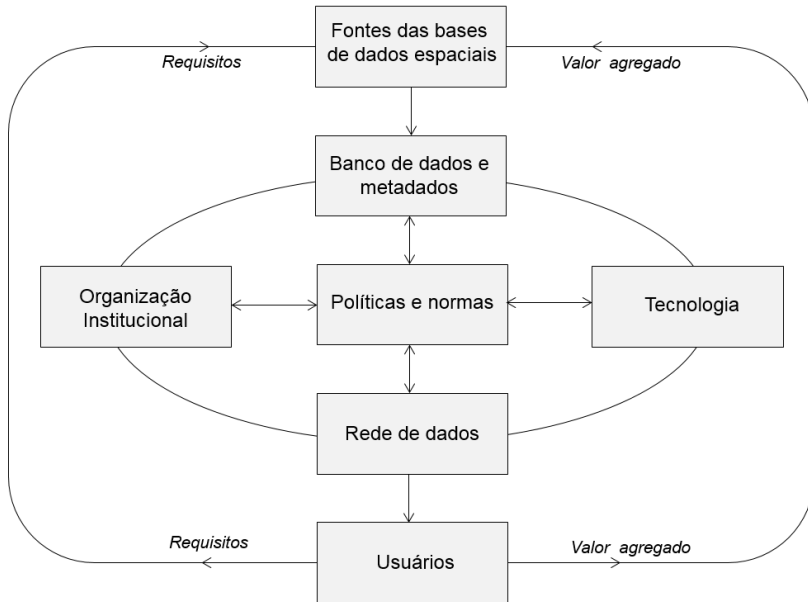
Os pesquisadores no campo da informação geoespacial têm feito grandes avanços no desenvolvimento de modelos para aplicação em diferentes comunidades geoespaciais, especialmente nos países desenvolvidos. Praticamente todos os avanços feitos em SIG e IDE encontram-se em países desenvolvidos da América e Europa e na Austrália (TUMBA; AHMAD, 2014).

Ao iniciar o processo de construção de suas IDEs, países como Estados Unidos, Canadá, Austrália e Europa Ocidental não partiam do zero, já que seus esforços em padronizar dados espaciais tinham iniciado há mais de dez anos (COLEMAN et al., 1997). A Figura 12 ilustra os componentes de uma IDE, conforme:

- Fontes das bases de dados espaciais: grupos ou indivíduos que adquirem, geram e gerenciam dados espaciais e bancos de dados no setor privado e em todos os níveis do governo;
- Banco de dados e metadados: conjunto de dados espaciais organizados juntamente com suas respectivas informações (metadados);
- Redes de dados: meios de comunicação em diferentes formas, ligando bancos de dados, suas fontes e usuários;
- Tecnologia: recursos que otimizam o gerenciamento das bases de dados e facilitam sua utilização por parte dos usuários;
- Organização institucional: organização das instituições envolvidas no desenvolvimento e na manutenção de IDEs;

- Políticas e normas: regras de comunicação de dados, por exemplo convenções e protocolos, e políticas amplas e críticas, que abordam questões socioeconômicas como privacidade e custos relacionados aos dados;
- Usuários: indivíduos e organizações que acessam e utilizam dados espaciais de uma IDE, agregando valor por meio do desenvolvimento de novos serviços e produtos.

**Figura 12: Componentes de uma IDE**



Fonte: Adaptado de Coleman et al. (1997)

Os itens (2.4.1 e 2.4.2) descrevem as IDEs utilizadas no processo de análise desta pesquisa: a INSPIRE e a INDE.

#### **2.4.1 INSPIRE: Infrastructure for Spatial Information in Europe**

Mais de 100 países em todo o mundo estão ativamente envolvidos na construção de uma infraestrutura nacional de dados espaciais (WILLIAMSON et al., 2011). Dentre as IDEs, tem-se a INSPIRE, que, conforme Tumba e Ahmad (2014), trata-se de um bom exemplo de IDE.

A INSPIRE é a organização responsável pela manutenção das normas da Infraestrutura de Dados Espaciais na Europa, por meio da qual quase todos os países estão bem informados sobre sua intenção e conscientes da importância da informação geoespacial para o

planejamento econômico e o crescimento sustentável (TUMBA; AHMAD, 2014).

A Diretiva 2007/2/EC do parlamento europeu estabeleceu a criação da INSPIRE, a qual promove a disponibilização de informação de natureza espacial, utilizável na formulação, implementação e avaliação das políticas ambientais da União Europeia. No início dos anos 2000, iniciaram-se as primeiras ações pela Comissão Europeia para a promoção da INSPIRE, mas foi em 2007 que a Diretriz 2007/2/EC entrou em vigor. Dentre as considerações desta diretriz, encontram-se:

(4) A infraestrutura de informação geográfica na Comunidade Europeia (INSPIRE) deverá facilitar a tomada de decisão respeitante a políticas e atividades suscetíveis de ter um impacto direto ou indireto no ambiente;

(6) As infraestruturas de informação geográfica dos Estados-Membros deverão ser concebidas de forma que os dados geográficos sejam armazenados, disponibilizados e mantidos ao nível mais adequado; que seja possível combinar de forma coerente dados geográficos de várias fontes na Comunidade e partilhá-los entre vários utilizadores e aplicações; que os dados geográficos recolhidos em um dado nível da autoridade pública possam ser partilhados com outras autoridades públicas; que os dados geográficos sejam disponibilizados em condições que não limitem indevidamente a sua ampla utilização; que seja fácil encontrar os dados geográficos disponíveis, avaliar a sua adequação ao objetivo em vista e conhecer as condições aplicáveis à sua utilização. (EUROPEAN UNION, 2007).

Conforme Cada e Janecka (2016), muitos países da Europa utilizaram a legislação da INSPIRE para a unificação do quadro jurídico de suas IDEs. Outros adotaram uma lei separada para implementar a INSPIRE (por exemplo: Áustria, Alemanha, Espanha, Eslováquia, França e Holanda), ou ainda fizeram uma atualização em lei já existente na Infraestrutura Nacional Americana de Dados Espaciais (em inglês *National Spatial Data Infrastructure - NSDI*), como foi o caso de Portugal.

Entre os motivos que incentivaram a elaboração da INSPIRE encontra-se a situação geral da informação espacial nos países europeus, na qual dados se encontravam fragmentados em diversas origens, com pouca harmonia nas bases de dados georreferenciadas e ainda informações redundantes (INSPIRE, 2007 apud CARNEVALE, 2008).

A INSPIRE categorizou suas especificações técnicas em 33 temas, são eles: Endereço; Unidades Administrativas; Parcelas Cadastrais; Sistema de Referência de Coordenadas; Sistema de Grade de Coordenadas; Nomes Geográficos; Hidrografia; Sites Protegidos; Rede de Transportes; Topografia (Elevação); Geologia; Cobertura da Terra; Ortoimagem; Recursos Agrícolas e de Aquicultura; Gerenciamento de Área, Restrição e Regulação de Zonas; Condições Atmosféricas e Características Geográficas e Meteorológicas; Regiões

Bio-Geográficas; Construções; Recursos Energéticos; Recursos de Monitoramento Ambiental; Habitats e Biomas; Saúde e Segurança Humana; Uso da Terra; Recursos Minerais; Zonas de Risco Natural; Características Geográficas e Oceanográficas; Distribuição Populacional; Produção e Instalações Industriais; Regiões Marítimas; Solo; Distribuição de Espécies; Unidades Estatísticas; e Serviços Públicos e Governamentais.

O tema no qual se encontra a informação relacionada a rodovias na especificação da INSPIRE diz respeito à “Rede de Transportes” (em inglês *Data Specification on Transport Networks - Technical Guidelines*). Tal especificação técnica<sup>13</sup> diz respeito ao documento de referência nesta etapa da pesquisa, cujo foco se deu na “Rede de Transporte Rodoviário (em inglês *Road Transport Networks*).

Por abranger diversos países com variedades de características geográficas, econômicas, sociais, culturais e políticas, identificou-se que a INSPIRE seria um bom modelo de IDE para utilizar nas análises e na proposta para a base de dados de rodovias. Além disso, identificou-se na categoria de “Rede de Transporte”, e especificamente para as rodovias, a existência de classes distintas daquelas apresentadas na INDE. Essas análises estão contempladas no Capítulo 4 Resultados e Análises.

#### **2.4.2 INDE: Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil**

Com o advento da cartografia digital, desde o final dos anos 80 no Brasil, começaram a surgir os primeiros problemas quanto à estruturação dos dados espaciais vetoriais, isso porque as duas principais instituições públicas da cartografia brasileira trabalhavam em diferentes concepções de estruturas.

Segundo a CONCAR (2008),

a dificuldade de compatibilização para um padrão único de estrutura de dados geoespaciais decorria de diferenças de concepção que tinham a DSG e o IBGE, em função das aplicações destas Organizações, resultando em: número de categorias, semântica diferenciada para algumas categorias, feições ou elementos de feições, quantidade de atributos por feição.

A estruturação dos dados espaciais vetoriais da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército surgiu com a Tabela da Base Cartográfica Digital (TBCD); já a estruturação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) se deu com a Mapoteca Topográfica Digital (MTD), sendo que entre 1998 e 2004 ocorreram esforços por parte das duas instituições com o objetivo de padronizar a estruturação dos dados geoespaciais. Por falta de recursos financeiros, os trabalhos ficaram impossibilitados e a tentativa de padronização foi interrompida (CONCAR, 2008).

<sup>13</sup> O título completo desta especificação é “D2.8.1.7 *Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines*” de 17 de abril de 2014, versão D2.8.1.7\_v3.2.

Apenas no final de 2004, a partir de uma demanda originada no Ministério do Meio Ambiente (MMA), foi estabelecido convênio entre o MMA, o IBGE e a DSG, quando “os trabalhos foram conduzidos visando à definição de um padrão único de estrutura de dados geoespaciais vetoriais, que atendesse os requisitos solicitados para a base cartográfica pretendida pelo MMA” (CONCAR, 2008).

Por meio do Decreto n.º 6.666/08, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) foi instituída, de modo que se definiu um prazo para a preparação, pela CONCAR, do seu Plano de Ação. Além de estipular prazo para a elaboração deste documento, o Decreto aponta responsabilidades e dá outras providências.

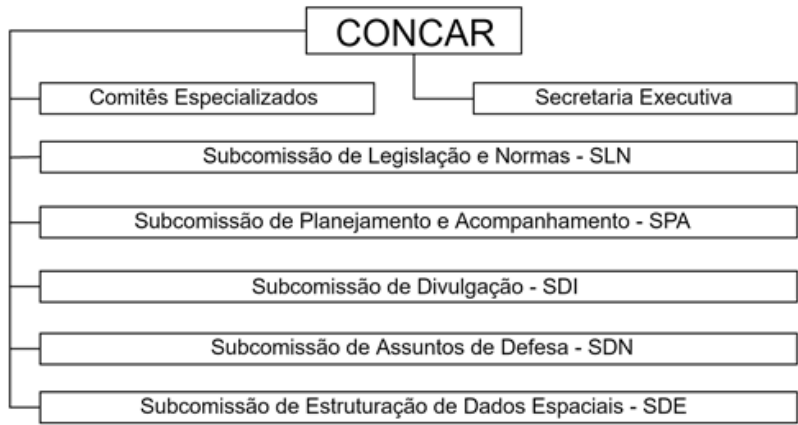
Gerado para otimizar a implantação da INDE, o Plano de Ação é um instrumento de gestão, que é dividido em oito partes, e define, por meio de ciclos, as metas de abrangência das instituições em todas as esferas, inclusive em níveis da sociedade quanto à familiarização com a INDE.

A preocupação em estabelecer uma infraestrutura de dados espaciais é recorrente em outros países. Segundo a CONCAR (2009), desde o início dos anos 90 a construção das IDEs é considerada uma ação essencial de boa governança pelo Estado e pela sociedade.

Uma série de IDEs antecederam a experiência brasileira, de modo que muitas das documentações disponibilizadas pela CONCAR, bem como a própria iniciativa em se desenvolver a estruturação dos dados espaciais, foram baseadas em conhecimentos internacionais. A adoção desse procedimento de estruturar os dados espaciais é recente no País, bem como a estruturação de dados de rodovias. Percebe-se que, apesar de existirem no País instituições federais e estaduais responsáveis por criar e atualizar dados de rodovias, essa atualização, de modo geral, ainda não é padronizada e não segue o que estabelece a INDE. Nesse sentido, a partir de 2008, o Brasil adota o pressuposto da INDE como referência de padrão dos dados espaciais.

O processo de desenvolvimento e implementação da INDE ocorre por diferentes equipes que trabalham na gestão, na normatização e na padronização de dados e metadados, no desenvolvimento de tecnologias, na capacitação e na divulgação da INDE. A CONCAR, por sua vez, conta com o trabalho de comitês especializados e subcomissões em sua estrutura organizacional, conforme a Figura 13.

**Figura 13: Estrutura organizacional da CONCAR**



Fonte: CONCAR (2009)

O Decreto s/nº, de 10 de maio de 2000, determina que a CONCAR permaneça no âmbito do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), e estabelece, em seu Artigo 3, que “A CONCAR poderá constituir subcomissões técnicas e comitês especializados cujas atribuições serão definidas nos atos de suas respectivas instituições”. São cinco os comitês especializados:

- Comitê de Estruturação da Mapoteca Nacional Digital (CEMND);
- Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais (CEMG);
- Comitê de Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (CINDE);
- Comitê de Nomes Geográficos (CNGEO); e
- Comitê de Normatização do Mapeamento Cadastral (CNMC).

E quatro subcomissões:

- Subcomissão de Legislação e Normas (SLN);
- Subcomissão de Planejamento e Acompanhamento (SPA);
- Subcomissão de Divulgação (SDI);
- Subcomissão de Assuntos de Defesa Nacional (SDN); e
- Subcomissão de Estruturação de Dados Espaciais (SDE).

Por meio de seus comitês especializados e em parceria com a DSG do Exército, foram definidas as Especificações Técnicas (ET) relacionadas à produção e disseminação de dados geoespaciais, sendo estes representados na:

- Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV);
- Especificação Técnica para Aquisição da Geometria dos Dados Geoespaciais Vetoriais (ADGV);
- Especificação Técnica para Estruturação de Metadados Geoespaciais (EMDG);
- Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Matriciais (EDGM);
- Especificação Técnica para Representação de Dados Geoespaciais Vetoriais (RDGV); e
- Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Produtos Vetoriais e Matriciais (CQDGV).

As ETs utilizadas nesta pesquisa são a ET-EDGV e a ET-ADGV, que nortearam as etapas 1 e 2 apresentadas no Capítulo 3 Materiais e Método.





### **3 Materiais e Método**

Este item especifica os materiais utilizados e o método desenvolvido e aplicado na pesquisa.

#### **3.1 Materiais Utilizados**

O item de materiais utilizados foi dividido em: programa computacional; materiais bibliográficos pesquisados; e apresentação do estudo de caso, que é a base de dados geográficos de rodovias do DNIT.

##### **3.1.1 Programa computacional**

Para a visualização da estrutura das bases de dados foi utilizado o QGis (versão Desktop 2.18.2) que é um Sistema de Informação Geográfica livre e de código aberto, amplamente utilizado e aprimorado por profissionais da área de cartografia e geoprocessamento.

##### **3.1.2 Materiais Bibliográficos**

Este documento foi elaborado com base em alguns materiais bibliográficos fundamentais, que nortearam o entendimento e o desenvolvimento do tema. São eles:

- Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (CONCAR, 2008);
- *Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines* (EUROPEAN COMISSION, 2014);
- Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil – Perfil MGB (CONCAR, 2009);
- Land Administration and Spatial Data Infrastructures (WILLIAMSON; GRANT; RAJABIFARD, 2005); e
- Proposta de gestão de dados cadastrais para gestão sócio patrimonial de empreendimentos de geração de energia hidrelétrica em fase de implantação (HUBNER, 2009).

##### **3.1.3 Estudo de caso – base de dados**

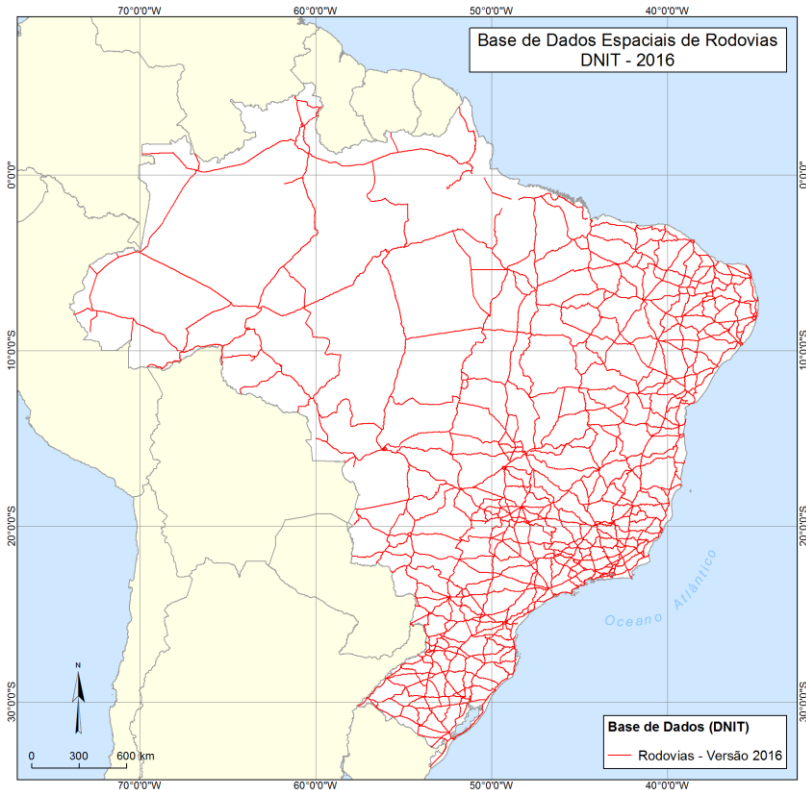
A partir da pesquisa bibliográfica foi possível perceber que mesmo com a instituição da INDE em 2008, no Brasil, a criação, a edição e o compartilhamento de dados geográficos não ocorrem de forma padronizada. Esta situação abrange os dados do sistema de transporte e o modal mais representativo no país: o de rodovias.

O estudo de caso selecionado foi a base de dados geográficos do DNIT, por se tratar da instituição que cria e atualiza as informações referentes às rodovias federais no Brasil. Tal escolha foi feita também em virtude do conhecimento do DNIT no tema acerca de padronização de dados espaciais, já que a instituição participou do processo de

elaboração da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geospaciais Vetoriais (ET-EDGV).

A base de dados representa as rodovias federais lineares, em forma de vetor, e é disponibilizada pelo DNIT em formato *shapefile*, de forma que a estrutura deste dado é visualizada por meio da identificação das informações tabulares que compõem o dado geográfico. A versão da base de dados de rodovias utilizada nesta pesquisa data de dezembro de 2016, e pode ser observada na Figura 14.

**Figura 14: Base de dados geográficos de rodovias do DNIT (2016)**



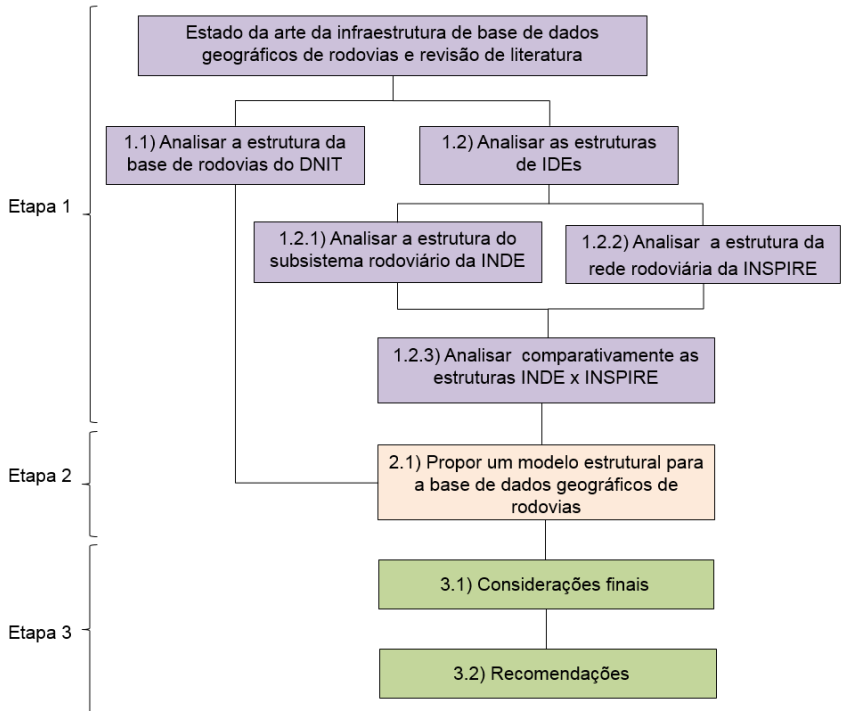
Elaboração: A autora.

### 3.2 Método

O método desenvolvido e aplicado no documento levou em consideração uma série de operações que auxiliaram a alcançar os objetivos da pesquisa. A descrição do método divide-se em três etapas,

conforme pode ser observado na Figura 15, de forma que uma breve descrição de cada uma das etapas é apresentada na sequência.

**Figura 15: Esquema de desenvolvimento da pesquisa**



Fonte: Elaboração: A autora.

### 3.2.1 Etapa 1: Levantamento Bibliográfico e Análises

Com o objetivo de diagnosticar o cenário do tema central da pesquisa, foi realizado o levantamento bibliográfico (Etapa 1 - 1) em livros, artigos científicos, dissertações, teses, especificações técnicas e legislações, conforme foi apresentado no Capítulo 2 Revisão de Literatura.

Foi realizada a análise<sup>14</sup> da estrutura da base de dados de rodovias do DNIT (Etapa 1 - 1.1) primeiramente para a versão de 2015, e em segundo momento para a versão atualizada, disponibilizada em dezembro de 2016. Para esta análise, além das informações que compõem a própria base de dados, foi realizado o contato com o DNIT,

<sup>14</sup> “Analisar: Observar; proceder à análise, estudo ou apreciação.” (FERREIRA, 1999).

Setor de Geotecnologias Aplicadas (situado em Brasília), a fim de identificar a existência de metadados ou de documentação que especificasse as características do dado geográfico. Entretanto, a instituição informou não ser munida de tais documentos.

Além do contato supracitado, foi ainda solicitado o preenchimento de um questionário ao DNIT e ao Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA) um questionário composto por perguntas acerca da base de dados geográficos. A aplicação dos questionários auxiliou no processo de análise da base de dados de rodovias do DNIT, bem como contribuiu com as considerações finais e as recomendações desta pesquisa. Os questionários com as respostas na íntegra encontram-se no Apêndice: Questionários DNIT e MTPA.

Cabe destacar que foi realizada ainda uma breve comparação entre as versões de 2015 e de 2016 das bases de dados geográficos do DNIT no que se refere a diferenças entre os atributos que compõem as estruturas e também na geometria do dado vetorial de cada versão.

Com o objetivo de fazer considerações acerca da estrutura da base de dados do DNIT e de propor uma nova base de dados de rodovias para o Brasil, utilizou-se como referência neste processo de análise duas IDEs: a INDE (nacional); e a INSPIRE (internacional), que tem alto grau de maturidade e atuação nos países da Comunidade Européia. No primeiro momento, as análises da INDE e da INSPIRE ocorreram de forma isolada.

A análise da estrutura proposta pela INDE (Etapa 1 - 1.2.1) foi amparada, principalmente, pela Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV), bem como pela interação com técnicos do IBGE, os quais contribuíram com o entendimento dos diagramas de classe do Subsistema Rodoviário que compõem ET-EDGV. Neste mesmo processo, foram descritas características técnicas relacionadas à modelagem conceitual utilizada pela INDE.

Na Etapa 1 - 1.2.2, foi realizada a análise da estrutura proposta pela INSPIRE cuja referência utilizada para entender a dinâmica de padronização de dados geográficos foi o *Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines*. A partir desta especificação técnica, foi possível identificar e descrever as relações dos objetos espaciais que compõem a Rede de Transporte Rodoviário da INSPIRE, bem como o modelo conceitual utilizado. Cabe destacar que, todo o conhecimento quanto à estruturação proposta pela INSPIRE foi adquirido por meio da especificação técnica *Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines*.

A partir da caracterização das estruturas propostas pela INDE e pela INSPIRE, foi realizada uma análise comparativa entre as duas IDEs (Etapa 1 - 1.2.3), na qual foram descritas as diferenças relacionadas às seguintes características: Objeto de avaliação; Primitiva geométrica;

Modelo conceitual; Manuais (Especificações Técnicas); Efetividade de uso; e Capacidade de reconhecimento técnico.

A revisão de literatura, bem como as análises e descrições realizadas na Etapa 1, serviram de referência no processo que resultou na proposição do modelo estrutural para a base de dados geográficos, realizado na Etapa 2 da pesquisa.

### **3.2.2 Etapa 2: Proposição do modelo estrutural da base de dados geográficos de rodovias do Brasil**

Para a proposição do modelo estrutural da base de dados geográficos de rodovias (Etapa 2 - 2.1), foram considerados os aspectos relevantes que caracterizassem a base de dados. Dessa forma os atributos que compõem a estrutura proposta levaram em consideração: a base de dados de rodovias do DNIT; a estrutura proposta pela INDE; a estrutura proposta pela INSPIRE; e, ainda, atributos que foram identificados ao longo da pesquisa como essenciais para a caracterização do dado geográfico.

Os atributos da estrutura proposta foram organizados em uma sequência lógica, o que proporciona ao leitor da tabela, ou ao usuário do dado geográfico, uma rápida identificação da informação.

Após os processos de análises, da compilação e organização dos atributos, alcançou-se o objetivo desta pesquisa, que foi propor um modelo estrutural da base de dados geográficos de rodovias de fácil reconhecimento e aplicação, por parte, em especial, dos usuários de dados geográficos.

### **3.2.3 Etapa 3: Considerações Finais e Recomendações**

A última etapa é composta pelas considerações finais (Etapa 3 - 3.1) acerca do tema desenvolvido na pesquisa e dos objetivos alcançados na dissertação. Além disso, são apresentadas as recomendações (Etapa 3 -3.2) relacionadas ao tema de padronização, às instituições produtoras de dados espaciais e à INDE.



## 4 Resultados e Análises

O processo de análise ocorreu na estrutura de base de dados geográficos do DNIT e nas estruturas propostas pela INDE e pela INSPIRE: primeiramente a análise foi realizada de maneira isolada e, na sequência, de maneira comparativa entre as estruturas das IDEs.

As análises da base de dados geográficos de rodovias do DNIT (objeto de estudo desta pesquisa), a qual representa a malha linear rodoviária do Brasil, foram somadas às avaliações das estruturas propostas pela INDE e pela INSPIRE; e resultaram na proposição de um modelo estrutural para a base de dados geográficos de rodovias do Brasil.

### 4.1 Análise da Base de Dados de Rodovias: DNIT

A base de dados de rodovias do DNIT representa a malha linear das rodovias federais do Brasil e suas características. Endente-se que rodovias federais são aquelas que constam na Lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973, (que estabelece o Plano Nacional de Viação – PNV) e em suas alterações (BRASIL, 2007).

Em um primeiro momento, a pesquisa tinha como objeto de estudo a base de dados do DNIT mais recente (quando o trabalho começou a ser desenvolvido), que datava de março de 2015, de modo que as primeiras análises foram feitas com este dado. Por meio de contato formal com o Setor de Geotecnologias Aplicadas do DNIT, alocado na capital federal, identificou-se que o setor não disponibilizava os metadados ou diagrama de classes da base de dados. Dessa forma, a descrição das informações que compõem a base de dados geográficos se deu pela identificação e interpretação por parte da autora.

Na Tabela 2, identificam-se as colunas:

- Atributo: que descreve exatamente a informação apresentada na tabela de atributos da base de dados de rodovias;
- Tipo: que descreve o tipo do dado, sendo que se constatou dados alfanuméricos e numéricos (real ou inteiro);
- Tamanho: que descreve a quantidade máxima e/ou exata de caracteres que o campo deve ter;
- Descrição: que descreve cada atributo (feita a partir da interpretação da autora);
- Exemplo: que replica um exemplo retirado da própria base de dados de rodovias; e
- Observação: que relata alguma informação relevante, se for necessário, por parte da autora.

A descrição quanto ao tipo, tamanho, descrição, exemplo e observação referente a cada atributo pode ser observada na Tabela 2.

**Tabela 2: Estrutura da base de dados de rodovias do DNIT (Versão 03/2015)**

Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Exemplo	Observação
<b>id</b>	Númerico (inteiro)	·	Identificador numérico e único	528	
<b>br</b>	Alfanumérico	3	Código da rodovia (BR)	101	
<b>uf</b>	Alfanumérico	2	Unidade de Federação	SC	
<b>codigo</b>	Alfanumérico	10	Código do Sistema Nacional de Viação (SNV)	101BSC4090	
<b>local de i</b>	Alfanumérico	100	Localização do início do trecho	ENTR BR-282(A)	
<b>local de f</b>	Alfanumérico	100	Localização do final do trecho	ENTR SC-407 (SÃO JOSÉ)	
<b>km inicial</b>	Númerico (real)	·	Quilômetro do início do trecho	205,4	
<b>km final</b>	Númerico (real)	·	Quilômetro do final do trecho	209,6	
<b>extensao</b>	Númerico (real)	·	Extensão do trecho em quilômetros (referente a diferença entre o km final e inicial)	4,2	
<b>superficie</b>	Alfanumérico	3	Sigla com o tipo de superfície	DUP	Os tipos de superfície são: duplicada (DUP); em obras (de duplicação: EOD; de implantação: EOI; de pavimentação: EOP); implantada (IMP); leito natural (LEN); pavimentada (PAV); planejada (PLA); travessia (TRV).
<b>federal co</b>	Alfanumérico	10	Relacionado ao Código do Sistema Nacional de Viação (SNV)	494BMG0080	
<b>federal 1</b>	Alfanumérico	10	Relacionado ao Código do Sistema Nacional de Viação (SNV)	497BMG0050	



Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Exemplo	Observação
<b>federal 2</b>	Alfanumérico	10	Relacionado ao Código do Sistema Nacional de Viação (SNV)	471BR50170	
<b>estadual c</b>	Alfanumérico	15	Relacionado à rodovia estadual	471BR50170	
<b>superfic 1</b>	Alfanumérico	3	Sigla com o tipo de superfície referente à parte daqueles descritos como "PLA" no campo "superficie"	PAV	Os tipos de superfície são: duplicada (DUP); em obras (de duplicação: EOD; de implantação: EOI; de pavimentação: EOP); implantada (IMP); leito natural (LEN); pavimentada (PAV).
<b>mpv 082_20</b>	Alfanumérico	10	Trechos da MP-082 retirado da administração do DNIT, por terem sido assumidos pelos estados ES, GO, MG, PE ou RO	MP082/2004	
<b>concessao</b>	Alfanumérico	50	Descreve a concessão, quando há.	Concessão Federal	Os tipos de concessão descritas são: Concessão Federal; Concessão Estadual; Convênio de Administração; <u>DER</u> .

Fonte: DNIT (2015)

Além da descrição das informações na Tabela 2, cabe destacar que se identificou, no atributo "superficie", que parte dos campos com o preenchimento "PLA", os quais designam os trechos planejados, apresentam na coluna "superfic1" a complementação desta informação (DUP; EOD; EOI; EOP; IMP; LEN; PAV; PLA; TRV). Além disso, não foi possível descrever de forma diferenciada as informações dos atributos "federal 1" e "federal 2".

Durante o processo de análise da base de dados de rodovias, o DNIT disponibilizou, em dezembro de 2016, uma versão atualizada. Decidiu-se, dessa forma, fazer uma análise da versão mais recente, já que se trata de informação atualizada. Tal dado encontra-se para

*download* no *site*<sup>15</sup> da instituição, e disponível no VGeo<sup>16</sup> (Visualizador de Informações Geográficas do Departamento de Infraestrutura de Transportes). Da mesma forma que ocorreu com a versão anterior, a versão de dezembro de 2016 não disponibilizou os metadados correspondentes ou outro tipo de documentação complementar aos dados geográficos.

A Tabela 3 apresenta a mesma estrutura da Tabela 2, sendo que os atributos “Descrição” e “Observação” foram elaborados a partir da interpretação da Base de Dados do DNIT, versão Dezembro 2016.

**Tabela 3: Estrutura da base de dados de rodovias do DNIT (Versão 12/2016)**

Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Exemplo	Observação
id trecho	Numérico (inteiro)	.	Identificador numérico e único	151119	
vl br	Alfanumérico	3	Código da rodovia (BR)	101	
sg uf	Alfanumérico	2	Sigla da Unidade de Federação	DF	
nm tipo tr	Alfanumérico	254	Nome do tipo de trecho	Acesso	Os tipos de trecho são: Acesso; Anel; Contorno; Eixo principal; Travessia urbana; e Variante.
sg tipo tr	Alfanumérico	1	Sigla do tipo de trecho	A	Os tipos de sigla do trecho são: (A) Acesso; (N) Anel; (C) Contorno; (B) Eixo Principal; (U) Travessia Urbana; e (V) Variante <sup>17</sup> .
desc coinc	Alfanumérico	254	Informações insuficientes para descrição do campo.	Coinc	Não foi possível identificar à qual informação se refere este campo. A tabela de atributos é preenchida com as seguintes opções: "Coinc" ou "-".

<sup>15</sup> A base de dados utilizada encontra-se em formato *shapefile* (.shp) e está disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/dnit-geo/>>. Acesso em: 03 jan. de 2017..

<sup>16</sup> O VGeo é um sistema web de dados que disponibiliza as principais bases de dados geográficos produzidas e utilizadas no DNIT. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/dnit-geo/vgeo/>>. Acesso em: 03 jan. de 2017.

<sup>17</sup> As siglas do tipo de trecho foram identificadas por meio do site do DNIT. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/sistema-nacional-de-viacao/>>. Acesso em: 03 jan de 2017.

Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Exemplo	Observação
vl codigo	Alfanumérico	20	Código do Sistema Nacional de Viação (SNV)	0108DF0010	
ds local i	Alfanumérico	254	Localização do início do trecho	ENTR BR-020(A)/030(A)/450/DF-001 (BRASILIA)	
ds local f	Alfanumérico	254	Localização do final do trecho	ENTR DF-440	
vl km inic	Numérico (real)	.	Quilômetro do início do trecho	10	
vl km fina	Numérico (real)	.	Quilômetro do final do trecho	12,5	
vl extensa	Numérico (real)	.	Extensão do trecho em quilômetros (referente à diferença entre o km final e o inicial)	2,5	
ds sup fed	Alfanumérico	254	Sigla com o tipo de superfície em rodovia federal	DUP	Os tipos de superfície são: duplicada (DUP); implantada (IMP); leito natural (LEN); pavimentada (PAV); planejada (PLA); travessia (TRV).
ds obra	Alfanumérico	3	Sigla com o tipo de obra	EOP	Os tipos de obras são de: duplicação (EOD); de implantação (EOI); de pavimentação (EOP).
ds coinc	Alfanumérico	254	Código do Sistema Nacional de Viação (SNV) coincidentes	0208DF0010;0308DF0010	
ds tipo ad	Alfanumérico	254	Tipo de administração	Convênio de Administração	Os tipos de administração são: Administração (Distrital, Estadual, Federal); Concessão (Estadual, Federal); Convênio de Administração.
ds ato leg	Alfanumérico	254	Ato legal relacionado	MP082/2006	

Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Exemplo	Observação
est coinc	Alfanumérico	254	Rodovia estadual coincidente	SP-461	
sup est co	Alfanumérico	254	Sigla da superfície da rodovia estadual coincidente	PAV	Os tipos de superfície são: duplicada (DUP); em obras (de duplicação: EOD; de pavimentação: EOP); implantada (IMP); leito natural (LEN); pavimentada (PAV).
ds jurisdi	Alfanumérico	254	Jurisdição	FEDERAL-PLA	
ds superfi	Alfanumérico	254	Sigla com o tipo de superfície	PLA	
ds legenda	Alfanumérico	254	Relacionado ao tipo de superfície	Planejada	
sg legenda	Alfanumérico	254	Sigla com o tipo de superfície	PLA	
leg multim	Alfanumérico	254	Relacionado ao tipo de superfície	Planejada	
versao snv	Alfanumérico	15	Código da versão do SNV	201612A	Todos os campos apresentam a mesma versão.
id versao	Númerico (inteiro)	.	Número da versão	33	Todos os campos apresentam o mesmo número de versão.
marcador	Alfanumérico	254	Informações insuficientes para descrição do campo	I	Todos os campos apresentam o mesmo marcador.

Fonte: DNIT (2016)

A partir da comparação entre as duas estruturas, foi possível identificar que a versão mais atualizada teve um incremento de atributos, sem nenhuma perda em relação à versão de 2015. Os novos atributos foram:

- nm tipo tr: nome do tipo de trecho;
- sg tipo tr: sigla do tipo de trecho;
- desc coinc: informações insuficientes para descrição do atributo;

- ds obra: sigla com o tipo de obra (esta informação era apresentada no atributo “superfície” na versão de 2015);
- sup est co: sigla da superfície da rodovia estadual coincidente;
- ds jurisdi: jurisdição (não foi identificado o motivo por estar associada a este a sigla de superfície);
- ds superfi: sigla com o tipo de superfície (não foi possível identificar a qual outro atributo esta informação está associada);
- ds legenda: relacionado ao tipo de superfície (não foi possível identificar a qual outro atributo esta informação está associada);
- sg legenda: sigla com o tipo de superfície (não foi possível identificar a qual outro atributo esta informação está associada);
- leg multim: relacionado ao tipo de superfície (não foi possível identificar a qual outro atributo esta informação está associada);
- versao snv: código da versão do SNV;
- id versão: número da versão; e
- marcador: Informações insuficientes para descrição do atributo.

Um das informações mais relevantes da rodovia é a situação física (na versão 2016 refere-se ao atributo “ds sup fed”) e o DNIT apresenta em seu documento “Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas” as seguintes definições:

**Planejada (PLA):** Rodovia que consta de um planejamento e cuja construção se acha em perspectiva. Rodovias fisicamente inexistentes, mas para as quais são previstos pontos de passagem que estabelecem uma diretriz destinada a atender uma demanda potencial de tráfego. Estes pontos de passagem não são obrigatórios até que a realização de estudos e/ou projetos estabeleçam o traçado definitivo da rodovia;

**Leito Natural (LEN):** Rodovia construída em primeira abertura, em terreno natural, sem atendimento às normas, podendo eventualmente receber revestimento primário. Rodovias que não atendem às normas rodoviárias de projeto geométrico, não se enquadrando, portanto em nenhuma das classes de rodovias estabelecidas pelo DNIT. Sua superfície de rolamento se apresenta no próprio terreno natural;

**Implantada (IMP):** Rodovias construídas de acordo com as normas rodoviárias de projeto geométrico e que se enquadram em determinada classe estabelecida pelo DNIT. Apresentam superfície de rolamento sem pavimentação. Estas rodovias normalmente apresentam sua superfície em revestimento primário e permitem tráfego o ano todo;

**Pavimentada (PAV):** Rodovia com revestimento superior. Rodovias implantadas que apresentam sua superfície com pavimento asfáltico, de concreto cimento ou de alvenaria poliédrica;

**Multi-Faixas (MTF):** Rodovias pavimentadas formadas por duas ou mais pistas com duas ou mais faixas para cada sentido, sem canteiro central, separadas apenas por sinalização horizontal, acrescida ou não de tachões;

**Duplicada (DUP):** Rodovias Duplicadas são aquelas formadas por duas pistas com duas ou mais faixas para cada sentido, separadas por canteiro central, por separador rígido ou ainda com traçados separados muitas vezes contornando obstáculos;

**Pista Tripla (TRP):** Rodovias Triplicadas são aquelas formadas por três pistas com duas ou mais faixas para cada sentido, separadas por canteiro central, por separador rígido ou ainda com traçados separados muitas vezes contornando obstáculos;

**Em Obra de Implantação (EOI):** Assim devem ser considerados os trechos de rodovia planejada ou em leito natural em que se estejam executando serviços de Implantação, o trecho será designado como em obras de Implantação;

**Em Obra de Pavimentação (EOP):** Assim devem ser considerados os trechos de rodovia implantada em que se estejam executando serviços de Pavimentação, o trecho será designado como em obras de Pavimentação;

**Em Obra de Duplicação (EOD):** Assim devem ser considerados os trechos de rodovia pavimentada em que se estejam executando serviços de Duplicação, o trecho será designado como em obras de Duplicação;

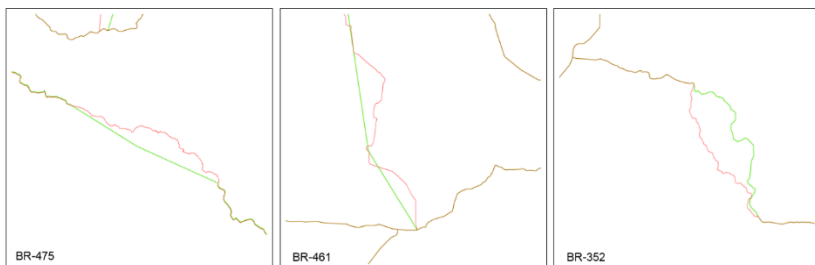
**Travessia (TRV):** Travessias de cursos d'água – são trechos de transposição de rios em que não há ponte. (BRASIL, 2007, grifos do autor).

Destaca-se que o atributo “ds tipo ad” era apresentado na versão de 2015 como “concessao”. Além disso, uma série de atributos não foram diferenciados entre si, como o caso dos atributos “ds superfi”, “ds legenda”, “sg legenda” e “leg multím”. Outros atributos não receberam qualquer descrição, uma vez que não foi possível identificar do que se tratavam, como é o caso dos atributos “desc coinc” e “marcador”.

A análise comparativa entre as duas bases de dados de rodovias do DNIT evidenciou que houve um incremento de informações (na versão de 2016 tem-se 27 atributos, enquanto que na versão de 2015 são apresentados 17 atributos), o que possibilita melhor caracterização do dado. Entretanto, a ausência de metadados em ambas as versões limita o entendimento do dado por parte do usuário.

Ainda que o foco desta pesquisa seja a infraestrutura do dado geográfico e não a qualidade ou a precisão de sua geometria, identificou-se algumas diferenças entre as duas versões apresentadas. A malha rodoviária representada na base de dados de 2015 totalizava aproximadamente 125.397,3 quilômetros; enquanto que a versão de 2016, aproximadamente 129.642,9 quilômetros. Neste contexto, a partir de breve comparação em alguns trechos, percebe-se graficamente (Figura 16) que a geometria da feição apresenta menor detalhamento na versão 2016 (representada em verde) nas BR-475 e BR-461. Por outro lado, na BR-352 a versão 2016 apresenta-se mais detalhada e, portanto, com um traçado diferente da versão de 2015 (representada em vermelho).

**Figura 16: Comparação da geometria de trechos da base de dados de rodovias de 2015 (em vermelho) e de 2016 (em verde)**



Elaboração: A autora

A Figura 17 representa a base de dados da malha rodoviária nacional em 2015 (em vermelho) sobreposta à malha viária de 2016 (em verde), onde percebe-se nos destaques (em círculos pretos) as diferenças das rotas nas distintas épocas. Neste contexto, não caracterizou a pesquisa verificar a veracidade dos dados, mas sim que existe mais de uma informação disponível ao usuário – independente da sua qualidade gráfica ou semântica.

**Figura 17: Representação da base de dados de rodovias de 2015 (em vermelho) e de 2016 (em verde)**



Elaboração: A autora

Por se tratar de um dado mais atualizado e completo, optou-se por utilizar a versão de 2016 como objeto de estudo para realizar as considerações sobre a infraestrutura de dados espaciais de rodovias do DNIT.

No primeiro semestre de 2016, realizou-se contato com o DNIT por meio de *e-mail*, a fim de compreender algumas questões relacionadas à estruturação da base de dados de rodovias da instituição. Nesta interação, o Setor de Geotecnologias Aplicadas, do DNIT (Brasília), informou sobre a inexistência de metadados e o não conhecimento sobre a existência de diagrama de classe da base de dados.

Por conta da nova base de dados, disponibilizada em dezembro de 2016, identificou-se a necessidade de levantar informações sobre a base de dados de rodovias e ainda sobre a interação prática do DNIT no



processo de padronização que a INDE estabelece. Para tanto, foi formulado um questionário (dividido por temas: Infraestrutura de Dados Espaciais; Metadados; e Diagrama de Classe) e disponibilizado, em janeiro de 2017, ao DNIT e ao Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil<sup>18</sup> (MTPA), cujo objetivo foi identificar o cenário destas instituições no que se refere à padronização de dados espaciais. Os questionários completos encontram-se no Apêndice: Questionários DNIT e MTPA.

A partir das respostas, foi possível identificar que tanto o DNIT quanto o MTPA confirmaram a participação na elaboração do ET-EDGV e em reuniões eventuais com a CONCAR e outras instituições, tendo como pauta a discussão e a definição da infraestrutura de dados espaciais para o País.

Apenas o MTPA considera a ET-EDGV quando realiza atualização na base de dados de rodovias, entretanto o Ministério afirma que existem limitações técnicas para se adequar à especificação da INDE. O DNIT não segue a padronização da ET-EDGV por existir limitação no “encaixe da modelagem” de sua base de dados com a estrutura proposta pela INDE.

Quanto aos metadados, o MTPA menciona que estes encontram-se preenchidos em um geoportal, entretanto não são disponibilizados na *internet* parusuários comuns. O DNIT afirma disponibilizar os metadados da base de dados de rodovias no geoportal da INDE<sup>19</sup> (*geonetwork*). Contudo, realizou-se uma pesquisa no *geonetwork* da INDE, e os metadados que lá constam referem-se à versão da base de dados de 2013, e não à de 2016. Foi realizado novo contato (via *e-mail*) com o DNIT, que informou que, de fato, os metadados referentes à versão de 2016 ainda não foram disponibilizados e, apesar da intenção, não existe definição clara sobre quando será feito.

Por fim, o MTPA confirmou a existência de diagrama de classes para sua base de dados de rodovias, entretanto não está disponibilizado na *internet* para usuários comuns. O DNIT informou que não tem diagrama de classes para a base de dados de rodovias.

A partir dos resultados do questionário do DNIT e do MTPA, conclui-se que, apesar das duas instituições serem participativas no processo de padronização de base de dados conforme o que institui a INDE, a aplicação das normas para padronização dos dados e metadados configura-se, por questões técnicas, uma limitação da ET-EDGV.

---

<sup>18</sup> O DNIT é uma autarquia vinculada ao MTPA.

<sup>19</sup> Endereço da base de dados de rodovias no *geonetwork*: <<http://www.metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/metadata.show?id=46093&currTab=simple>>. Acesso em: 01 de março de 2017.

Considerando as respostas divergentes do questionário quanto alguns temas como metadados e diagrama de classe, nos quais DNIT e MTPA deveriam seguir a mesma especificação técnica, conclui-se que, apesar do vínculo institucional, não há, de fato, uma relação de parceria na troca e na atualização efetiva da base de dados. Esta falta de relacionamento configura um cenário oposto do que prevê a INDE, desde sua criação, em 2008, a qual tem como um dos objetivos,

Art. 1º [...] III - evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pelos órgãos da administração pública, por meio da divulgação dos metadados relativos a esses dados disponíveis nas entidades e nos órgãos públicos das esferas federal, estadual, distrital e municipal. (BRASIL, 2008).

Do ponto de vista do usuário, a falta de metadados da base de dados do DNIT que descrevem as características como aquelas relacionadas ao procedimento técnico referente ao levantamento do dado, ao responsável técnico, entre outros, e ainda à descrição dos atributos que compõem o dado geográfico, torna o entendimento e, conseqüentemente, sua utilização, limitados.

#### **4.2 Análise da Estrutura da Base de Dados de Rodovias: INDE**

Os documentos de referência desta etapa da pesquisa são principalmente a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Digitais Vetoriais (ET-EDGV)<sup>20</sup> (CONCAR, 2008) e a Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) (CONCAR, 2011). A ET-EDGV destina-se a aos produtores, desenvolvedores de SIG e usuários finais de dados geoespaciais.

A ET-ADGV diz respeito à Norma Cartográfica Brasileira que tem por finalidade definir as regras para a construção do atributo “geometria” de cada classe de objetos, bem como padronizar e orientar o processo de aquisição dos vários tipos de dados geoespaciais constante na ET-EDGV, e seus atributos essenciais à perfeita individualização das instâncias e os respectivos metadados.

A ET-EDGV denomina o dado geoespacial como classe de objeto, de forma que a estrutura de dados geoespaciais vetoriais foi modelada com técnica de orientação a objetos (OMT-G).

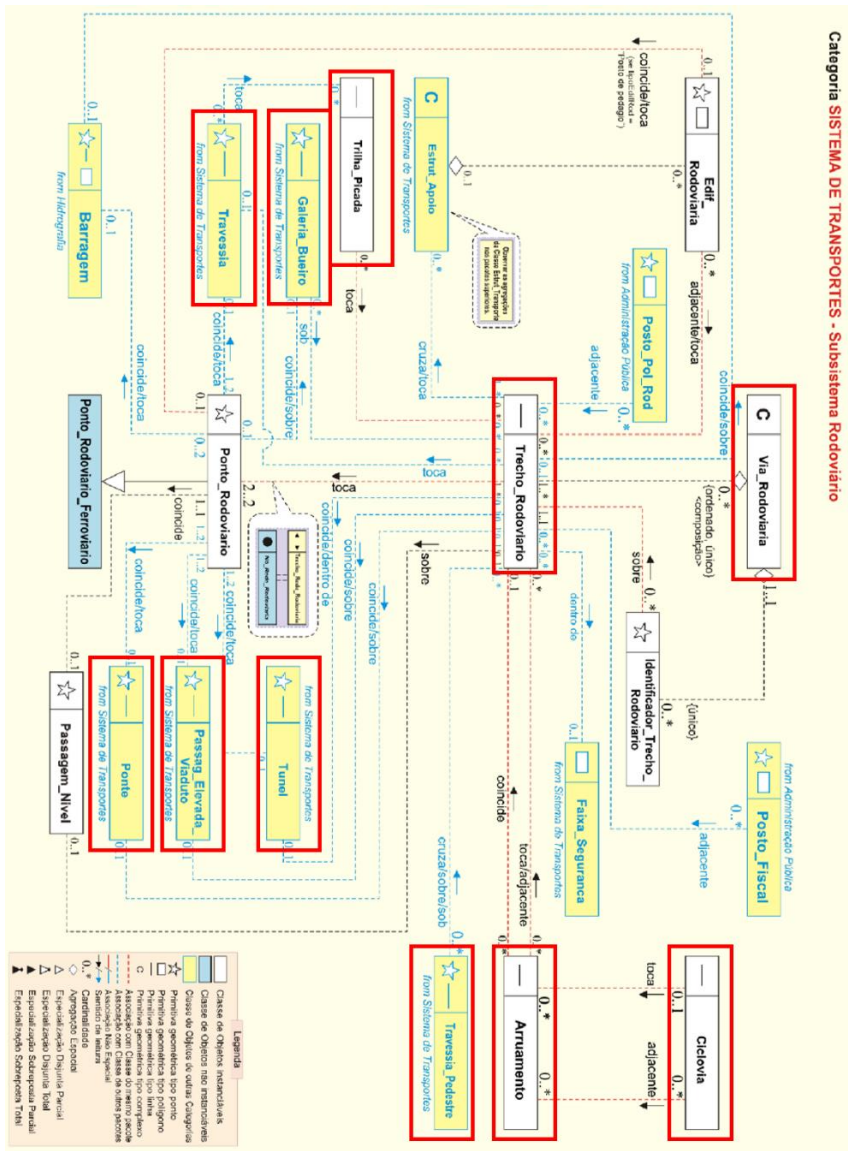
A ET-EDGV agrupou as classes de objetos em 13<sup>21</sup> categorias. Dentro da categoria “Sistema de Transportes” encontra-se o subsistema “Rodoviário” que, por sua vez, é dividido nas classes: via rodoviária;

<sup>20</sup> Esta especificação enfoca a estrutura de dados vetoriais e destina-se aos produtores, desenvolvedores de SIG e usuários finais de dados geoespaciais (CONCAR, 2008).

<sup>21</sup> As categorias são: Hidrografia; Relevo; Vegetação; Sistema de Transporte; Energia e Comunicação; Abastecimento de Água e Saneamento Básico; Educação e Cultura; Estrutura Econômica; Localidades; Pontos de Referência; Limites; Administração Pública; Saúde; e Serviço Social.

trecho rodoviário; identificador trecho rodoviário; ponto rodoviário; travessia; túnel; galeria bueiro; entroncamento; ponte; passagem elevada viaduto; estrutura apoio; área estrutura transportes; pátio; edificação rodoviária; trilha, picada; ciclovia; arruamento; e travessia pedestre. O diagrama de classes do subsistema rodoviário pode ser verificado na Figura 18.

Figura 18: Diagrama de classe do Subsistema Rodoviário



Fonte: CONCAR (2008)

Foram destacadas, na Figura 18, em vermelho, as classes que estão relacionadas ao “Trecho\_Rodoviario” que têm a primitiva geométrica do tipo linha e que fazem parte da categoria de Sistema de Transportes. É importante destacar ainda que a classe “Via\_Rodoviaria”, apesar de não ter a primitiva geométrica do tipo linha, trata-se de um conjunto de elementos agregados que envolve o “Trecho\_Rodoviario”. Sua estrutura pode ser visualizada na Tabela 4.

**Tabela 4: Estrutura da classe Via\_Rodoviária na ET-EDGV**

		Descrição da Classe				Primitiva Geométrica	
Classe	Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Via Rodoviária	nome	Alfanumérico	80	Nome completo da instância	A ser preenchido		Nulo
	sigla	Alfanumérico	6	Indica a sigla oficial da via rodoviária	A ser preenchido	Ex.: BR-101	Não nulo
	nomeAbrev	Alfanumérico	50	Nome ou abreviatura padronizada	A ser preenchido		Nulo

Fonte: CONCAR (2008)

A estrutura da classe “Trecho\_Rodoviario” pode ser visualizada na Tabela 5, conforme apresentado na ET-EDGV.

**Tabela 5: Estrutura da classe Trecho\_Rodoviario**

		Descrição da Classe				Primitiva Geométrica	
Classe	Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
Trecho Rodoviário	geometriaAproximada	Booleano		Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Sim		Não nulo
					Não		
	codTrechoRodov	Alfanumérico	25	Código para identificação de um trecho rodoviário.	A ser preenchido	Código Previsto no (PNV, SRE ou trechos rodoviários municipais).	Nulo

		Descrição da Classe				Primitiva Geométrica	
Classe	Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
	tipoTrechoRod	Alfanumérico	18	Identifica o tipo do trecho rodoviário.	Acesso	Segmento rodoviário que liga a rodovia principal a determinado ponto de interesse, tais como: áreas urbanas, portos, parques etc.	Não nulo
					Rodovia	Via destinada ao tráfego de veículos sobre rodas.	
					Caminho carroçável	Via transitável em tempo bom e seco, com piso e traçado irregulares, geralmente dificultando o tráfego de veículos comuns a motor.	
					Autoestrada	Via de tráfego rápido, com todos os acessos controlados, sem cruzamento de nível e destinada exclusivamente a veículos motorizados, com revestimento sólido (asfalto, concreto ou calçamento), com um mínimo de 4 faixas, apresentando separação física entre as pistas de tráfego, representável em escala ou não.	
	jurisdicao	Alfanumérico	22	Indica a jurisdição do trecho rodoviário.	Desconhecida		Não nulo
					Federal		
					Estadual		
					Municipal		
					Propriedade particular	Localizada em propriedade particular, cuja responsabilidade é do proprietário do imóvel.	

		Descrição da Classe				Primitiva Geométrica	
Classe	Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
	administracao	Alfanumérico	16	Indica a esfera administrativa responsável pelo trecho rodoviário.	Desconhecida	.	Não nulo
					Federal	.	
					Estadual	.	
					Municipal	.	
					Particular	.	
	Concessionada	A administração é concedida pelo Poder Público à particular.					
	concessionaria	Alfanumérico	100	Identifica o agente concessionário que explora o trecho rodoviário.	A ser preenchido	Ex.: Nova Dutra	Nulo
	revestimento	Alfanumérico	15	Identifica a natureza do revestimento do trecho rodoviário.	Desconhecido	.	Não nulo
					Leito Natural	A superfície de rolamento se apresenta no próprio terreno natural.	
					Revestimento primário (solo)	O revestimento é de saibro e/ou cascalho.	
					Pavimentado	Todo o revestimento rígido ou flexível, tais como: betuminoso (asfalto ou concreto asfáltico, concreto, cimento, etc).	
	Calçado	O revestimento é de paralelepípedos, blocos de pedra ou por bloquetes.					
operacional	Alfanumérico	12	Indica se o trecho rodoviário está operacional	Desconhecido		Não nulo	
				Sim			
				Não			
situacaoFisica	Alfanumérico	13	Identifica a situação do	Desconhecida	.	Não nulo	

		Descrição da Classe				Primitiva Geométrica	
Classe	Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
				trecho rodoviário.	Abandonada	Onde não há investimentos para sua recuperação ou manutenção.	
					Destruída	Recuperação economicamente inviável, não sendo possível de ser recuperada por ter sua estrutura fundamental comprometida.	
					Construída	.	
					Em construção	.	
					Planejada	.	
	nrPistas	Inteiro	.	Número de pistas do trecho rodoviário Pista – é a plataforma única de tráfego de veículo. Na presença de canteiro divisório, guard-rails etc, ou qualquer impediment o físico à ligação das pistas (não sendo incluído aqui as divisões por olhos de gatos, sinalização horizontal), há a divisão de uma plataforma em duas pistas.	A ser preenchido	Ex.: 2.	Nulo
	nrFaixas	Inteiro	.	Número total de "faixas de rolagem" do trecho rodoviário.	A ser preenchido	Ex.: 4.	Não nulo
	trafego	Alfanumérico	12	Indica o regime de tráfego do	Desconhecido	Índice de trafegabilidade desconhecido.	Não nulo



		Descrição da Classe				Primitiva Geométrica	
Classe	Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
				trecho rodoviário.	Permanente	O índice de trafegabilidade é permanente, não havendo interrupção sazonal do tráfego.	
					Periódico	O índice de trafegabilidade é periódico, havendo interrupção sazonal do tráfego.	
	canteiroDivisorio	Booleano		Indica se o trecho rodoviário possui canteiro divisorio.	Sim	.	Não nulo
					Não	.	
	capacCarga	Real		Indica o limite máximo admissível de peso bruto total (PBT) no trecho rodoviário, em toneladas.	A ser preenchido	Valor em toneladas do limite máximo de peso bruto total no trecho.	Nulo

Fonte: CONCAR (2008)

Entende-se que o “Trecho\_Rodoviario” é a classe relacionada à base de dados de rodovias, já que na descrição desta, conforme o ET-EDGV, consta que “são as ligações rodoviárias entre dois pontos rodoviários” (CONCAR, 2008).

As estruturas das demais classes, cuja primitiva geométrica é do tipo linha e são associadas ao Trecho\_Rodoviario (são elas: Trilha\_Picada; Galeria\_Bueiro; Travessia; Ciclovia; Arruamento; Travessia\_Pedestre; Túnel; Passagem\_Elevada\_Viaduto; e Ponte) e que fazem parte da mesma categoria, ou seja “Sistema de Transportes”, podem ser observadas no Anexo: Estruturas das classes do Subsistema Rodoviário.

Percebe-se claramente que a identificação e a interpretação das relações gráficas apresentadas na Figura 18, em que são apresentadas com especial interesse as classes da categoria subsistema rodoviário, demanda um esforço de entendimento técnico, uma vez que as relações representadas no diagrama podem causar ao leigo (usuário do dado geográfico) potencial entendimento equivocado/dúbio. Dessa forma, tem-se como exemplo a classe “Tunel” que, segundo a legenda, trata-se de

uma “Classe de Objeto de outra Categoria”, porém na realidade está assim mencionada, por se tratar de uma classe que foi apresentada em outro diagrama, denominado “Sistema de Transporte”. A correta interpretação do diagrama só foi possível após contato via *e-mail* com técnicos especialistas do IBGE que explanou a situação.

Entende-se dessa maneira que a ET-EDGV por si não é clara o suficiente para o usuário e/ ou produtor de base de dados, o que configura uma contradição, já que a finalidade do documento é efetivar a padronização do dado geográfico, entretanto, múltiplas interpretações podem dificultar ou inviabilizar o processo de geração/sistematização do dado.

Uma central de comunicação direta com a INDE poderia contribuir quando surgissem dúvidas e também sugestões quanto à estruturação da proposta. Essa comunicação poderia ser via telefone ou *internet*, por meio de *site*, *e-mail* ou aplicativo. Independente da forma de comunicação, é imprescindível que ela ocorra no menor tempo possível e que haja profissionais habilitados para atender tal demanda, o que atualmente não ocorre.

#### **4.3 Análise da Estrutura da Base de Dados de Rodovias: INSPIRE**

As rodovias, assim como todos os subtemas de dados espaciais da *Infrastructure for Spatial Information in Europe* seguem o Modelo Conceitual Genérico (GCM) da INSPIRE, baseado em várias séries de normas de informação geográfica, ISO 19100, e que fornece as bases para aspectos específicos de interoperabilidade (EUROPEAN COMMISSION, 2005). Cabe mencionar que dentre as ISOs de referência para a INSPIRE, encontra-se a ISO 19115, relacionada a metadados geográficos e que foi adotada pela CONCAR para o Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB).

De maneira semelhante à INDE, a INSPIRE categorizou suas especificações técnicas em 32 temas, são eles:

- Endereço;
- Unidades Administrativas;
- Parcelas Cadastrais;
- Sistema de Referência de Coordenadas;
- Sistema de Grade de Coordenadas;
- Nomes Geográficos;
- Hidrografia;
- Sites Protegidos;
- Rede de Transportes;
- Topografia (Elevação);
- Geologia;
- Cobertura da Terra;

- Ortoimagem;
- Recursos Agrícolas e de Aquicultura;
- Gerenciamento de Área, Restrição e Regulação de Zonas;
- Condições Atmosféricas e Características Geográficas e Meteorológicas;
- Regiões Bio-Geográficas;
- Construções;
- Recursos Energéticos;
- Recursos de Monitoramento Ambiental;
- Habitats e Biomas;
- Saúde e Segurança Humana;
- Uso da Terra; Recursos Minerais;
- Zonas de Risco Natural;
- Características Geográficas e Oceanográficas;
- Distribuição Populacional;
- Produção e Instalações Industriais;
- Regiões Marítimas;
- Solo;
- Distribuição de Espécies;
- Unidades Estatísticas; e
- Serviços Públicos e Governamentais.

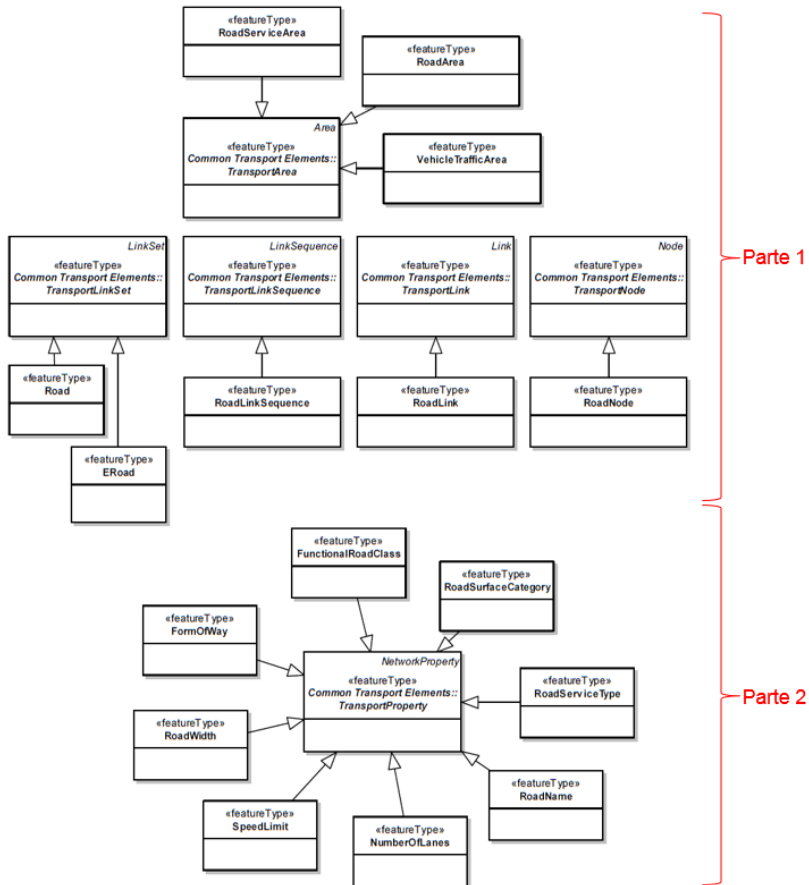
O tema relacionado a rodovias na especificação da INSPIRE diz respeito à “Rede de Transportes” (em inglês *Data Specification on Transport Networks - Technical Guidelines*). A especificação técnica<sup>22</sup> é o documento de referência nesta etapa da pesquisa, cujo foco se deu na “Rede de Transporte Rodoviário (em inglês *Road Transport Networks*).

O Diagrama de classes da rede de transportes rodoviários da INSPIRE divide-se em duas partes, conforme ilustra a Figura 19. A Parte 1 representa os objetos espaciais cuja primitiva geométrica está estabelecida. A Parte 2 apresenta os objetos espaciais que estão associados a um ou mais objetos espaciais da Parte 1 do diagrama.

---

<sup>22</sup> O título completo desta especificação é “D2.8.1.7 *Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines*” de 17 de abril de 2014 versão D2.8.1.7\_v3.2.

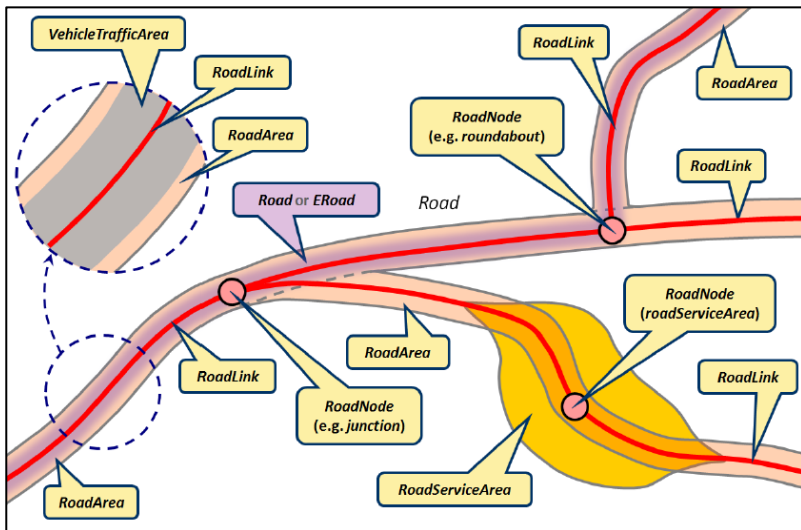
**Figura 19: Visão geral do diagrama de classe da Rede de Transporte Rodoviário**



Fonte: Adaptado de European Comission (2014)

Os objetos espaciais presentes na Parte 1 do diagrama são representados considerando a sua premissa gráfica, ou seja, pontos, linhas ou polígonos, conforme a Figura 20. Cada objeto espacial da Parte 2 do diagrama está associado a um ou mais objetos da Parte 1, de forma que essas associações estão descritas no documento da INSPIRE *Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines*.

**Figura 20: Visão geral dos objetos espaciais que formam a rede de transporte rodoviário**



Fonte: European Comission (2014)

A Tabela 6 mostra todos os atributos que compõem a estrutura do diagrama da classe de rodovias da INSPIRE, e traz uma breve descrição sobre cada atributo.

**Tabela 6: Descrição dos objetos espaciais do diagrama de classe de rodovias**

Diagrama	Atributo	Tipo	Primitiva Geométrica	Descrição
Parte 1	ERoad	Objeto Espacial	Linha	Ligações rodoviárias que fazem parte da rede internacional que é representada por um código
Parte 1	Road	Objeto Espacial	Linha	Ligações rodoviárias caracterizada por um ou mais identificadores e/ ou propriedades temáticas
Parte 1	RoadArea	Objeto Espacial	Polígono	Superfície que se estende até os limites de uma estrada, incluindo áreas veiculares e outras partes dela

Diagrama	Atributo	Tipo	Primitiva Geométrica	Descrição
Parte 1	RoadLink	Objeto Espacial	Linha	Objeto espacial linear que descreve a geometria e a conectividade de uma rede rodoviária entre dois pontos
Parte 1	RoadLinkSequence	Objeto Espacial	Linha	Objeto espacial linear, composto por uma coleção ordenada de <i>links</i> rodoviários, que representa um caminho contínuo em uma rede rodoviária sem ramificações
Parte 1	RoadNode	Objeto Espacial	Ponto	Objeto espacial de ponto, usado para representar conectividade entre dois <i>links</i> rodoviários ou para representar um objeto espacial significativo, como uma estação de serviço.
Parte 1	RoadServiceArea	Objeto Espacial	Polígono	Superfície anexa a uma estrada e dedicada a oferecer serviços específicos para a mesma
Parte 1	VehicleTrafficArea	Objeto Espacial	Polígono	Superfície que representa a parte de uma estrada que é utilizada para o tráfego normal de veículos
Parte 2	FormOfWay	Objeto Espacial	*	Classificação baseada nas características físicas do trecho da rodovia
Parte 2	FunctionalRoadClass	Objeto Espacial	*	Classificação baseada na importância do papel que a estrada desempenha na Rede rodoviária
Parte 2	NumberOfLanes	Objeto Espacial	*	Número de pistas da rodovia
Parte 2	RoadName	Objeto Espacial	*	Nome de uma estrada, designado pela autoridade responsável

Diagrama	Atributo	Tipo	Primitiva Geométrica	Descrição
Parte 2	RoadServiceType	Objeto Espacial	*	Descrição do tipo de área do serviço rodoviário e das instalações disponíveis.
Parte 2	RoadSurfaceCategory	Objeto Espacial	*	Indica se a estrada é pavimentada ou não pavimentada
Parte 2	RoadWidth	Objeto Espacial	*	Largura média da estrada
Parte 2	SpeedLimit	Objeto Espacial	*	Limite de velocidade de um veículo na estrada

\* Consultar o Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines.

Elaboração: A autora. Fonte: European Commission (2014)

Além dos objetos espaciais supracitados na Tabela 6, a INSPIRE apresenta uma lista de códigos que estão relacionados a alguns objetos espaciais. A nomenclatura de cada atributo da lista de códigos é formada por: nome do objeto espacial + *value*, conforme apresenta a Tabela 7.

**Tabela 7: Descrição das listas de códigos relacionadas aos objetos espaciais**

Atributo	Tipo	Descrição
AreaConditionValue	Lista de Códigos	Lista de velocidades permitidas em função do local
FormOfRoadNodeValue	Lista de Códigos	Lista de funções dos pontos rodoviários dentro das <i>Euroroads</i>
FormOfWayValue	Lista de Códigos	Lista das características físicas do trecho da rodovia
RoadPartValue	Lista de Códigos	Lista que indica para qual parte de uma estrada a informação para o atributo largura se aplica
RoadServiceTypeValue	Lista de Códigos	Tipos de serviço na área da rodovia (ponto de ônibus, estacionamento, área de descanso e pedágio)
RoadSurfaceCategoryValue	Lista de Códigos	Lista composta pelas opções: pavimentada; e não pavimentada
ServiceFacilityValue	Lista de Códigos	Lista de serviços na área da rodovia (como locais para beber, comer e abastecer)
SpeedLimitSourceValue	Lista de Códigos	Lista de fontes que servem de referência na delimitação de velocidade

Atributo	Tipo	Descrição
VehicleTypeValue	Lista de Códigos	Lista de veículos permitidos (como caminhão, bicicleta e motocicleta.)
WeatherConditionValue	Lista de Códigos	Lista de condições climáticas que afetam os limites de velocidade

Elaboração: A autora. Fonte: European Commission (2014)

A lista de códigos de cada atributo contribui para a padronização da informação, já que com o combo de opções definido, não é permitido ao usuário inserir informação diferente daquelas pré-definidas pela INSPIRE. Um exemplo é o atributo “*RoadServiceTypeValue*”, que traz a lista de serviços existentes na área da rodovia, que se configura em uma das opções: parada de ônibus (*bus station*), estacionamento (*parking*), área de descanso (*rest area*) e pedágio (*toll*).

Todos os combos de informação de cada lista de código estão descritos no documento da INSPIRE *Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines*.

#### 4.4 Análise comparativa entre as estruturas INDE e INSPIRE

A análise comparativa entre as estruturas de bases de dados de rodovias propostas pela INDE e pela INSPIRE tem por objetivo subsidiar a Etapa 2 da pesquisa, que é propor um modelo estrutural do subsistema rodoviário do Brasil. Esta análise se deu a partir da comparação realizada nas estruturas apresentadas pela INDE e pela INSPIRE e que ocorreram naturalmente durante o desenvolvimento do trabalho de pesquisa e, em especial, na etapa de revisão de literatura.

A Tabela 8 apresenta a comparação de algumas características das estruturas da INDE e da INSPIRE. Cabe destacar que as avaliações realizadas nesta comparação foram feitas a partir da concepção da autora.

**Tabela 8: Comparação entre características da estrutura INDE e INSPIRE**

Item	Características	INDE	INSPIRE
a.	Objeto de avaliação	Trecho_ Rodoviario	Rede de Transportes Rodoviários
b.	Primitiva geométrica	Linha	Ponto, linha e polígono
c.	Modelo conceitual	OMT-G	Modelo Conceitual Genérico da INSPIRE (Baseado na série da ISO 19100)



Item	Características	INDE	INSPIRE
d.	Manuais (Especificações Técnicas)	Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (2008)	<i>Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines (2014)</i>
e.	Efetividade de uso e Capacidade de reconhecimento técnico	Baixa	Média - Alta

Elaboração: A autora

#### a. Objeto de avaliação

Nesta pesquisa, o objeto de avaliação da INDE foi a estrutura da classe “Trecho\_Rodoviario”, que é composta por 17 atributos (trata-se de apenas uma das classes que compõem o Subsistema Rodoviário do Sistema de Transportes), e que representa os trechos da rodovia (malha linear), a qual, por sua vez, é a classe que tem maior relação com o objeto de estudo deste documento, ou seja, a base de dados de rodovias do DNIT.

O objeto de pesquisa da INSPIRE foi o diagrama de classe da Rede de Transportes Rodoviários, composta por 26 objetos espaciais (atributos). Entende-se que a maneira como foi modelada a Rede de Transportes Rodoviários da INSPIRE proporcionou uma visão ampla de todo o sistema rodoviário, composto por informações da via e de seus serviços. Dessa forma, o entendimento das relações entre os objetos espaciais é maior quando comparado ao entendimento das classes que compõem o Subsistema Rodoviário da INDE, o qual se caracteriza por estrutura mais complexa.

#### b. Primitiva geométrica

A classe “Trecho\_Rodoviario” da INDE, assim como a maior parte das classes do Subsistema Rodoviário, tem apenas uma primitiva geométrica: linha. Por outro lado, a Rede de Transportes Rodoviários, por se tratar da representação de todo o sistema rodoviário proposto da INSPIRE, é representada pelas primitivas geométricas: ponto, linha e polígono. Como já mencionado no item 4.3, essas primitivas estão associadas a um ou mais objetos espaciais que compõem a Rede de Transportes Rodoviários.

A representação de uma informação em diferentes formas vetoriais (diferentes primitivas geométricas) possibilita um dinamismo ao dado e ainda elimina a necessidade de repetir uma mesma informação que poderia ser associada a mais de um objeto. Um exemplo seria associar a informação “número de faixas” que compõe a classe “Trecho\_Rodoviario” a outras classes de diferentes primitivas

geométricas, mas que também poderiam ter a informação do número de faixas, como a classe “Ponte” (representada por ponto ou linha).

c. Modelo conceitual

Conforme a ET-EDGV, a INDE segue o modelo conceitual OMT-G, enquanto que a modelagem da INSPIRE é o Modelo Conceitual Genérico (identificado pela *Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines*), o qual segue especificações em acordo com a ISO 19100.

Como mencionado na revisão de literatura (item 2.2.1), a OMT-G diz respeito a um modelo disseminado amplamente no Brasil. Dessa forma, possivelmente sua utilização é mais familiar aos produtores de dados geográficos no país. Por outro lado, a família de padrões da série ISO 19100 não forma um modelo completo para dados geográficos, já que se trata de uma colação de padrões abstratos independentes.

Entende-se, desta forma, que ambos os modelos conceituais são adequados para estruturar um banco de dados geográficos. Entretanto, identificou-se neste processo um entendimento maior do diagrama de classe da Rede de Transporte Rodoviário (INSPIRE) comparado ao diagrama de classe do Subsistema Rodoviário (INDE). Neste contexto, ressalta-se que a INSPIRE apresenta uma especificação técnica (*Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines*) detalhada com facilidade de acesso ao interessado. Também é importante frisar que o estudo mostrou que a representação esquemática proposta pela INSPIRE se traduz em uma maior fluidez no entendimento dos “objetos espaciais” e sua correlação.

d. Manuais (Especificações Técnicas)

A Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais ET-EDGV foi desenvolvida com o objetivo de padronizar as estruturas das bases de dados, viabilizando o compartilhamento, a interoperabilidade e a otimização de recursos entre produtores e usuários de dados geográficos.

O documento descreve brevemente o modelo conceitual dos dados geoespaciais, de maneira que recomenda aos produtores e desenvolvedores de bases de dados, além da ET-EDGV, um estudo prévio do padrão OMT-G e da documentação relacionada à técnica de modelagem UML, especialmente ao que se refere aos diagramas de classes.

No anexo da ET-EDGV estão documentados os diagramas de classe que descrevem a estrutura e as correspondentes relações de classes de objetos, com seus atributos organizados em treze categorias de informação. Na categoria Sistema de Transporte encontra-se o Subsistema Rodoviário, que é composto por uma série de classes, entre

elas o objeto de avaliação desta fase da pesquisa, isto é, a classe “Trecho\_Rodoviario”. Os atributos da classe “Trecho\_Rodoviario” estão descritos em forma de tabela.

A *Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines* da INSPIRE fornece orientações para a implementação das disposições estabelecidas pela INSPIRE referentes aos dados geoespaciais. Alguns resumos executivos fornecem uma visão geral do processo de especificação de dados da INSPIRE e do conteúdo da especificação de dados sobre redes de transporte.

Por meio dos diagramas UML, são apresentados os principais elementos das especificações e seus relacionamentos e, por meio de um catálogo de feições, são definidos os tipos de objetos espaciais, seus atributos e relacionamentos. O documento menciona que as pessoas com conhecimentos temáticos, porém não familiarizados com a UML, são capazes de ter entendimento pleno do conteúdo do modelo de dados com foco no catálogo de feições. A especificação apresenta a descrição e os exemplos que diferenciam os atributos que compõem a Rede de Transporte, além disso referencia as séries da ISO 19100 utilizadas na concepção do diagrama de classes, implementação de metadados, entre outros.

Em linhas gerais, quando comparada à INDE, a documentação da INSPIRE, apesar de ser em outro idioma (inglês), apresentou-se de maneira mais clara e objetiva. O documento de especificação da INSPIRE permite ao usuário e produtor de dados geoespaciais ampla compreensão quanto à padronização e às relações existentes entre os objetos espaciais apresentados no diagrama de classe, sem que seja necessário um conhecimento profundo de temas como linguagem de programação. Por outro lado, a ET-EDGV não traz a mesma autonomia ao usuário ou produtor do dado geoespacial, sendo necessário, dessa forma, buscar entendimento sobre o assunto em outras fontes.

e. Efetividade de uso e Capacidade de reconhecimento técnico

A efetividade de uso e a capacidade de reconhecimento técnico da INSPIRE foi superior ao da INDE, em virtude da clareza, principalmente ao que se refere às especificações técnicas que subsidiam o processo de padronização das estruturas das bases de dados geográficos.

O grau de amadurecimento dos documentos disponibilizados pela INSPIRE acerca da temática “dados geográficos” é claramente superior, de maneira que além de se tratarem de materiais mais completos, são também versões mais atualizadas que as da INDE. Desta forma, entende-se que a adequação de uma base de dados geográficos é mais efetiva e tecnicamente amparada pela INSPIRE do que pela INDE.

A Tabela 9 apresenta os atributos e classes correspondentes entre as estruturas das IDEs que compõem a classe “Trecho\_Rodoviario” e o objeto espacial “Rede de Transportes Rodoviários”.

**Tabela 9: Atributos e classes correspondentes entre a INDE e a INSPIRE**

Atributos (INDE)	Classes (INSPIRE)
nome	RoadName e Road
sigla	ERoad e Road
nomeAbrev	*
geometriaAproximada	*
codTrechoRodov	*
tipoTrechoRod	FunctionalRoadClass
jurisdicao	*
administracao	*
concessionaria	*
revestimento	RoadSurfaceCategory
operacional	
situacaoFisica	FormOfWay
nrPistas	NumberOfLanes
nrFaixas	
trafego	*
canteiroDivisorio	*
capacCarga	*
*	RoadArea
*	RoadLink
*	RoadLinkSequence
*	RoadNode
*	RoadServiceArea
*	RoadServiceType
*	RoadWidth
*	SpeedLimit
*	VehicleTrafficArea

Elaboração: A autora

Conforme Tabela 9, apenas 7 atributos são correspondentes entre as estruturas da INDE e da INSPIRE (destacados em cinza na tabela), isto se dá por conta de os objetos de avaliação serem diferentes, mas também em função da diferença dos atributos e classes de cada IDE. Na composição da Rede de Transporte Rodoviário da INSPIRE, é possível perceber informações voltadas ao usuário da via (motoristas) como áreas de descanso, pedágio, postos de gasolina, restaurante, entre outros. Em contrapartida, a estrutura da INDE é voltada às características da via, sem considerar serviços específicos para o usuário.



## 5 Proposição de Modelo Estrutural para a Base de Dados Geográficos de Rodovias do Brasil

A proposição do modelo estrutural para a base de dados geográficos de rodovias do Brasil foi subsidiada pelas análises descritas no Capítulo 4 Resultados e Análises, e resultou na Tabela 10, composta pelos seguintes campos:

- Atributos: relativos ao trecho rodoviário;
- Tipo: texto e número, ou número;
- Domínio: indica se o tipo de campo é livre (a preencher), ou indica as informações possíveis de serem associadas àquele atributo.
- Exemplo: exemplifica cada atributo; e
- Observação: referente ao respectivo atributo.

**Tabela 10: Proposta da estrutura da base de dados geográficos de rodovias para o Brasil**

Atributo	Tipo	Domínio	Exemplo	Observação
Geometria aproximada	Alfanumérico	Sim	Sim	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico
		Não		
Identificador do trecho	Numérico (inteiro)	A preencher	151119	
Código SNV	Alfanumérico	A preencher	010BDF0010	Código do Sistema Nacional de Viação
Código da rodovia	Numérico (inteiro)	A preencher	101	
Sigla da rodovia	Alfanumérico	A preencher	BR-101	
Nome da rodovia	Alfanumérico	A preencher	Rodovia Governador Mário Covas	
Sigla da Unidade de Federação	Alfanumérico	A preencher	DF	
Tipo do trecho	Alfanumérico	Acesso	Acesso	
		Anel		
		Contorno		
		Eixo principal		
		Travessia urbana		
		Variante		
Sigla do tipo de trecho	Alfanumérico	A		Acesso
		N		Anel

Atributo	Tipo	Domínio	Exemplo	Observação
		C		Contorno
		B		Eixo principal
		U		Travessia urbana
		V		Variante
Localização do início do trecho	Alfanumérico	A preencher	ENTR BR-020(A)/030(A)/450/DF-001 (BRASILIA)	
Localização do final do trecho	Alfanumérico	A preencher	ENTR DF-440	
Quilômetro de início do trecho	Numérico (real)	A preencher	10	
Quilômetro do final do trecho	Numérico (real)	A preencher	12,5	
Extensão do trecho (m)	Numérico (real)	A preencher	2,5	
Número de pistas	Numérico (inteiro)	A preencher	2	Plataforma única de tráfego de veículo. Na presença de qualquer impedimento físico à ligação das pistas há a divisão de uma plataforma em duas pistas
Número de faixas	Numérico (inteiro)	A preencher	4	Total de "faixas de rolagem" do trecho rodoviário
Largura média das pistas (m)	Numérico (real)	A preencher	10,5	
Largura média do acostamento (m)	Numérico (real)	A preencher	3	
Superfície do trecho	Alfanumérico	Duplicada	Duplicada	
		Implantada		
		Leito natural		
		Pavimentada		
		Planejada		
		Travessia		
		Em obra de duplicação		
		Em obra de implantação		
		Em obra de pavimentação		
	Alfanumérico	DUP	DUP	Duplicada



Atributo	Tipo	Domínio	Exemplo	Observação
Sigla da superfície do trecho		IMP		Implantada
		LEN		Leito natural
		PAV		Pavimentada
		PLA		Planejada
		TRV		Travessia
		EOD		Em obra de duplicação
		EOI		Em obra de implantação
		EOP		Em obra de pavimentação
Tipo de pavimento		Rígido		Placas de concreto de cimento Portland
		Flexível		Revestido de camada asfáltica e com base de brita ou solo
	Alfanumérico	Semi-Rígido		Revestido de camada asfáltica e com base estabilizada quimicamente (cal, cimento)
Índice de rugosidade internacional (IRI)	Númérico (real)	A preencher	0,59	Índice que determina irregularidades do pavimento
Situação física do trecho	Alfanumérico	Desconhecida	Desconhecida	
		Abandonada		
		Destruída		
		Construída		
Operacional	Alfanumérico	Sim	Sim	
		Não		
Tráfego	Alfanumérico	Desconhecido	Permanente	
		Permanente		
		Periódico		
Canteiro divisório	Alfanumérico	Sim	Sim	
		Não		
Velocidade máxima permitida (km/h)	Númérico (inteiro)	A preencher	80	
Capacidade máxima de carga (t)	Númérico (real)		25	
	Alfanumérico	Túnel	Túnel	

Atributo	Tipo	Domínio	Exemplo	Observação
Obras de Arte Especiais		Ponte		
		Passagem elevada		
		Viaduto		
Outros elementos	Alfanumérico	Galeria	Ciclovía	
		Bueiro		
		Trilha		
		Picada		
		Ciclovía		
		Travessia de pedestre		
Concessionária	Alfanumérico	A preencher	Autopista Litoral Sul	
Ato legal relacionado	Alfanumérico	A preencher	MP082/2006	
Jurisdição	Alfanumérico	Federal	Federal	
		Estadual		
		Municipal		
		Particular		
Tipo de administração	Alfanumérico	Administração distrital	Convênio de Administração	
		Administração estadual		
		Administração federal		
		Concessão estadual		
		Concessão federal		
		Convênio de administração		
Classificação de importância da rodovia	Alfanumérico	C1	C1	Classe de importância: 1
		C2		Classe de importância: 2
		C3		Classe de importância: 3
		C4		Classe de importância: 4
		C5		Classe de importância: 5
Serviços na rodovia	Alfanumérico	Parada de ônibus	Pedágio	

Atributo	Tipo	Domínio	Exemplo	Observação
		Estacionamento		
		Área de descanso		
		Pedágio		
		Posto de combustível		
<b>Faixa de domínio (m)</b>	Numérico (real)	A preencher	40	Base física sobre a qual assenta uma rodovia, constituída pelas pistas de rolamento, canteiros, obras-de-arte, acostamentos, sinalização e faixa lateral de segurança, até o alinhamento das cercas que separam a estrada dos imóveis marginais ou da faixa do recuo
<b>Veículos permitidos na rodovia</b>	Alfanumérico	Todos os veículos	Automóvel	
		Automóvel		
		Caminhão		
		Motocicleta		
		Bicicleta		
		Ônibus		
<b>Condições climáticas que afetam a velocidade</b>	Alfanumérico	Chuva	Chuva	
		Neblina		
		Fumaça		
		Neve		
		Gelo		
<b>Códigos SNV de rodovias coincidentes</b>	Alfanumérico	A preencher	020BDF0010;030BDF0010	
<b>Sigla da rodovia estadual coincidente</b>	Alfanumérico	A preencher	SP-461	
<b>Sigla da superfície da rodovia estadual coincidente</b>	Alfanumérico	DUP	PAV	Duplicada
		IMP		Implantada
		LEN		Leito natural
		PAV		Pavimentada
		PLA		Planejada
		TRV		Travessia

Atributo	Tipo	Domínio	Exemplo	Observação
		EOD		Em obra de duplicação
		EOI		Em obra de implantação
		EOP		Em obra de pavimentação
<b>Versão SNV</b>	Alfanumérico	A preencher	201612A	
<b>Identificador da versão</b>	Númérico (inteiro)	A preencher	33	

Elaboração: A autora. Fonte: Adaptado de CONCAR (2008), DNIT (2016), European Commission (2014), Andrade (201-) e DNER (1997)

A estrutura da Tabela 10 foi composta pelos seguintes atributos: base de dados de rodovias do DNIT (representadas em amarelo); “Trecho\_Rodoviario” subsistema rodoviário da INDE (representados em azul); rede de transporte rodoviário da INSPIRE (representados em verde); sugeridos pela autora (representados em rosa).

Foram inseridos à estrutura proposta todos os atributos da base de dados de rodovias do DNIT passíveis de identificação. Entretanto, cabe destacar que os atributos “ds sup fed” (referente à superfície da rodovia) e o “ds obra” (referente aos tipos de obra) foram compilados em um único atributo “Superfície do trecho” na estrutura proposta.

Todos os atributos do “Trecho\_Rodoviario” (INDE) foram incluídos na estrutura proposta. Entretanto foram feitas algumas adaptações, como no atributo “revestimento”, que foi associado a outro atributo da base de dados do DNIT e resultou em um único atributo, “Superfície do trecho”.

É importante mencionar que as classes do subsistema rodoviário da INDE, representadas pela primitiva geométrica do tipo “linha” e que estão relacionadas no diagrama de classe com o “Trecho\_Rodoviario”, foram compiladas em dois atributos: Obras de arte especiais (composto por túnel; ponte; passagem elevada; e viaduto) e Outros elementos (composto por: galeria; bueiro; trilha; picada; ciclovia; arruamento; e travessia de pedestre).

Observa-se na Tabela 10, em verde, os atributos baseados na rede de transporte rodoviário (INSPIRE) que sofreram algumas adaptações em função de adequações à realidade do Brasil. Os atributos são: velocidade máxima permitida; classificação da importância da rodovia; serviços na rodovia; veículos permitidos na rodovia; e condições climáticas que afetam a velocidade.

Ao final do processo de compilação dos atributos da base de dados de rodovias do DNIT, do “Trecho\_Rodoviario” do subsistema rodoviário da INDE e da rede de transporte rodoviário da INSPIRE, identificou-se a necessidade de mais algumas informações para compor a proposta de estrutura da base de dados. Sendo assim, com a experiência adquirida ao longo da pesquisa quanto à temática que

envolve informações relacionadas a rodovias, foram adicionadas à estrutura proposta os seguintes atributos:

- Largura média das pistas (em metros);
- Largura média do acostamento (em metros);
- Tipo de pavimento (diferenciado por rígido; flexível; e semi-rígido); e
- Índice de rugosidade internacional (IRI), que determina as irregularidades do pavimento.

A estrutura da base de dados geográficos de rodovias proposta levou em consideração apenas os atributos e suas respectivas informações (tipo; domínio; exemplo; e observação), não se ateve, dessa maneira, a propor um modelo conceitual representado por diagrama de classe. Ressalta-se que a organização dos atributos visou uma sequência lógica das informações que compõem a estrutura da base de dados.



## **6 Considerações Finais e Recomendações**

Este capítulo apresenta as considerações finais e recomendações relativas à pesquisa desenvolvida.

### **6.1 Considerações Finais**

Em síntese, os objetivos geral e específicos aos quais a pesquisa se propôs foram alcançados, uma vez que as descrições e as análises das estruturas das bases de dados do DNIT, da INDE e da INSPIRE resultaram em um modelo estrutural da base de dados de rodovias.

Em relação à proposta inicial, foi necessário adaptar alguns pontos da pesquisa, em função da indisponibilidade de informações e da monopolização dos dados. Um exemplo é a inexistência dos metadados da base de dados geográficos do DNIT, em especial dos metadados de seus atributos. Parte dos atributos que compõem a base de dados geográficos do DNIT não foi adicionada à estrutura proposta, pois não foi possível decifrá-los.

Percebeu-se que o DNIT realiza atualização de sua base de dados geográficos por meio de versões. Entretanto, não foi encontrada nenhuma rotina documentada sobre a frequência com que as atualizações ocorrem, nem sobre quais dados sofreram atualização.

Verificou-se a falta de integração com informações da própria rodovia, como a ausência de “pontes” e “túneis”, bem como a falta de integração com informações relevantes para o usuário da rodovia, por exemplo “ciclovias”

A estrutura proposta para a classe “Trecho\_Rodoviário” é composta por informações relevantes, contudo, de difícil associação entre as demais classes do Subsistema Rodoviário. Neste contexto, a maior dificuldade se deu na interpretação do diagrama de classes, quando foi necessário realizar contato com técnicos do IBGE para obter o completo entendimento do diagrama.

Do ponto de vista do usuário de dados espaciais, a INDE apresenta limitações no entendimento da sua normatização, documentada na ET-EDGV, de forma que se faz necessária a complementação de documentos sobre modelo conceitual para a adequada interpretação dos diagramas de classe.

Avalia-se o processo de disseminação da INDE como lento nas instituições produtoras de dados geoespaciais, uma vez que ocorrem ações pontuais que em geral partem das próprias instituições. Neste sentido, não foi identificada cobrança por parte da CONCAR para adequação das instituições produtoras de dados ao que estabelece a INDE.

Os treinamentos são importantes ferramentas de divulgação e disseminação do uso das especificações técnicas da INDE. Entretanto, esses não ocorrem com a devida frequência. Outra carência observada

é a falta de atualização de documentos norteadores, como a ET-EDGV, cuja última versão data de 2010.

Houve dificuldade também para identificar em qual ciclo do Plano de Ação da INDE o cenário cartográfico se encontra. Por este motivo, o documento foi pouco citado na pesquisa, mas poderia certamente compor melhor a situação quanto à temática abordada no trabalho.

Verificou-se que a escolha da referência de uma IDE internacional, como a INSPIRE, trouxe contribuições importantes para a pesquisa, não apenas referente à estrutura proposta, mas pela documentação completa e de fácil entendimento. A INSPIRE caracteriza-se por uma IDE abrangente, com vinculação internacional entre os países que a compõem.

Como resultados da análise comparativa entre a INDE e a INSPIRE, verificou-se que, apesar de ambas terem publicado as suas especificações técnicas em períodos próximos (INSPIRE em 2007 e a INDE em 2008), percebe-se maior maturidade da INSPIRE, quando comparada à INDE, frente à estruturação de suas bases de dados e da organização de suas categorias. Ao final da pesquisa, concluiu-se que uma das razões possíveis é a maneira como a INSPIRE foi estruturada, a partir da contribuição de técnicos com experiência prévia em IDEs de seus próprios países.

Apesar de não estar relatado, acredita-se que a um dos motivos para a pouca evolução da INDE frente aos produtores de dados espaciais está relacionado a questões financeiras, já que treinamentos e mobilizações de equipe multidisciplinar e o desenvolvimento de novas tecnologias têm custos altos. Cabe mencionar, entretanto, que, de maneira geral, apesar das considerações feitas, a INDE é uma iniciativa importante e em processo de evolução.

É importante destacar que os atributos propostos para a base de dados geográficos de rodovia devem ser organizados e/ou distribuídos em diferentes classes, de forma que os objetos de diferentes tipologias acessem uma mesma tabela de referência.

Independentemente das limitações da proposta do modelo estrutural da base de dados geográficos de rodovias, quanto à adequação a um modelo conceitual, entende-se que ela cumpriu o seu papel no contexto da pesquisa, já que apresenta os pontos nevrálgicos e considera os pontos relevantes apresentando princípios de implementação e esclarecimento ao usuário.

## **6.2 Recomendações**

Neste item, são apresentadas as recomendações relacionadas à estruturação de dados espaciais.

- a) Realizar maior número de treinamentos da INDE focados em produtores de bases de dados geográficos, bem como aumentar a



- divulgação de seus produtos e seus eventos, a fim de gerar maior apropriação da comunidade voltada ao tema;
- b) Promover discussões por meio de fóruns em âmbito nacional e por temas específicos, que possam resultar em atualizações de documentações técnicas e, ainda, gerar uma rede de técnicos que insiram a temática de adequação e padronização da INDE na rotina de produção/atualização de dados geográficos;
  - c) Implementar uma rotina de atualização da ET-EDGV junto aos atores envolvidos em sua composição, com edições disponibilizadas anualmente;
  - d) Definir uma central atualizada de dados geográficos e respectivos metadados, disponível a qualquer usuário potencial. Neste sentido, sugere-se a efetivação do Portal Brasileiro de Dados Geoespaciais, denominado “Sistema de Informações Geográficas do Brasil - SIG Brasil”, previsto no Decreto nº 6.666/08, que instituiu a INDE. No mesmo contexto, alimentar o Visualizador da INDE (VINDE) com bases de dados mais atualizadas e divulgar as atualizações por meio do *site* oficial da INDE e de suas redes sociais;
  - e) Ao DNIT e demais instituições produtoras de base de dados geográficos recomenda-se a padronização à INDE e a disponibilização dos respectivos metadados. Recomenda-se, ainda, que seja divulgado um calendário de versões para as bases de dados atualizados, bem como que sejam documentadas e disponibilizadas as diferenças entre as versões; e
  - f) Desenvolver pesquisas acadêmicas referentes à classe “Trecho\_Rodoviario” em outras classes da categoria de Sistema de Transporte e, ainda, de outras categorias.
  - g) Desenvolver pesquisas utilizando como referência IDEs de outros países, como Estados Unidos, Canadá, Austrália e países da América do Sul.



## 7 Referências

ABDUL-RAHMAN, A.; PILOUK, M. **Spatial Data Modelling for 3D GIS**. [s.l.]: Springer, 2008. ISBN: 9783540741664 2008.

ANDRADE, M. H. F. **Introdução à Pavimentação** (Apresentação de slides). Universidade Federal do Paraná: Paraná, 201-.

BORGES, K. A. V.; DAVIS JR. C. A.; LAENDER A. H. F. **Modelagem conceitual de dados geográficos**. In: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Banco de Dados Geográficos. 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/index.html>>. Acesso em: 20 de agosto de 2016.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Diretoria de Geociências. **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro, 1998. 127 p. Disponível em: <<http://www.cartografica.ufpr.br/home/wp-content/uploads/2013/09/Nocoos-Basicas-Cartografia.pdf>>. Acesso em: 09 de dezembro de 2016.

\_\_\_\_\_. **Decreto s/nº**, de 10 de maio de 2000. Dispõe sobre a Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR, e dá outras providências. 2000. Disponível em: <<http://www.concar.ibge.gov.br/detalheDocumentos.aspx?cod=16&ln=1>>. Acesso em 17 de fevereiro de 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.233**, de 5 de Junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências. 2001. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10233.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10233.htm)>. Acesso em 12 de janeiro de 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas**. Versão 1.1. Brasília, 2007. 14 p.

\_\_\_\_\_. **Decreto 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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm)>. Acesso em 01 fevereiro de 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. **Transporte Aquaviário**. 2014a. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/transporte-aquaviario.html>. Acesso em: 25 de janeiro de 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. **Transporte Ferroviário**. 2014b. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/transporte-ferroviario.html>. Acesso em: 25 de janeiro de 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. **Transporte Rodoviário**. 2014c. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/transporte-rodoviario.html>. Acesso em: 25 de janeiro de 2016.

\_\_\_\_\_. Confederação Nacional de Transporte. **Plano CNT de transporte e logística 2014**. Brasília, 2014d. 752 p.

CADA, V.; JANECKA, K. **The Strategy for the Development of the Infrastructure for Spatial Information in the Czech Republic**. International Journal of Geo-Information. Department of Mathematics, Faculty of Applied Sciences, University of West Bohemia. República

Tcheca, 2016. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2220-9964/5/3/33>>  
Acesso em: 05 de janeiro de 2017.

CALAZANS, P. P.; DOMINGUES, A.L. **Implantação e funcionalidades de um sistema de informação geográfica mineral na Companhia Vale do Rio Doce – CVRD**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, Florianópolis, 2007.

Anais...Florianópolis: INPE, 2007. p. 1979-1986. Disponível em:  
<<http://martel.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2007/01.31.19.10/doc/@sumario.htm>>. Acesso em: 20 de março de 2016.

CÂMARA, G. **Representação computacional de dados geográficos**. In: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Banco de Dados Geográficos. 2005. Disponível em:  
<<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/index.html>>. Acesso em: 20 de agosto de 2016.

CÂMARA, G.; FERREIRA, K. R.; QUEIROZ, G. R. Arquitetura de bancos de dados geográficos. In: DAVIS JÚNIOR, C., et al. Bancos de dados geográficos. São José dos Campos: INPE, 2002. Cap. 2, não paginado. Disponível em: < <http://mtcm12>.

[sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.15.53/doc/cap2.pdf](http://sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.15.53/doc/cap2.pdf)>

Acesso em: 05 de setembro de 2016. CAMBOIM, S. P. **Infraestrutura de Dados Espaciais no Brasil**. Revista infoGeo, Curitiba, n. 44, p 18, jul./ago. 2006.

CARNEVALE, M. T. **Infraestrutura para informações espaciais**. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Computação, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

COLEMAN, D.J. et al. **Building a Spatial Data Infrastructure**. Proceedings of the 64th Permanent Congress Meeting of the

Fédération Internationale des Géometres (FIG), pp. 89-104, Singapura, 1997.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA - CONCAR.

**Especificação Técnica para Estruturação de Dazos Geoespaciais Vetoriais.** 2008.

\_\_\_\_\_. **Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil – Perfil MGB.** 2009. 2ª Edição. 194p.

\_\_\_\_\_. **Plano de Ação para a Implantação da INDE.** 2010. 203p.

\_\_\_\_\_. **Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais.** 2011. 237p.

DAVIS, C. **Object Modeling Technique for Geographic Applications - OMT-G.** 2014. Disponível em: <  
[http://homepages.dcc.ufmg.br/~clodoveu/DocuWiki/doku.php?id=omtg#object\\_modeling\\_technique\\_for\\_geographic\\_applications\\_-\\_omt-g](http://homepages.dcc.ufmg.br/~clodoveu/DocuWiki/doku.php?id=omtg#object_modeling_technique_for_geographic_applications_-_omt-g)>.  
Acesso em: 05 de janeiro de 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER.  
Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. **Glossário de Termos Técnicos Rodoviários.** Rio de Janeiro, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Resolução nº. 26,** de 5 de Maio de 2016. Regimento Interno. 2016.

\_\_\_\_\_. **DNITGeo - Geotecnologias Aplicadas.** Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/dnit-geo>>. Acesso em: 12 de nov. de 2016.

ELMASRI, R. e NAVATHE, S. **Fundamentals of Database Systems**. Pearson Education, 2003. ISBN 0-321-12226-7.

EUROPEAN COMISSION. INFRASTRUCTURE FOR SPATIAL INFORMATION IN EUROPE - INSPIRE. **D2.5: Generic Conceptual Model**, Version 3.4rc3. 2005.

EUROPEAN COMISSION. INFRASTRUCTURE FOR SPATIAL INFORMATION IN EUROPE - INSPIRE. **D2.8.1.7 Data Specification on Transport Networks - Technical Guidelines**. 2014. Disponível em: <[http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_DataSpecification\\_TN\\_v3.2.pdf](http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_TN_v3.2.pdf)>. Acesso em: 04 de abril de 2016.

EUROPEAN UNION. **Directive 2007/2/EC** of the European Parliament and of the Council, of 14 March 2007. Establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). 2007.

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE - FGDC. Content Standard for Digital Geospatial Metadata - CSDGM. **Workbook**, Version 2.0. Reston: Virginia, 2000. 122 p. Disponível em <[http://www.fgdc.gov/metadata/documents/workbook\\_0501\\_bmk.pdf](http://www.fgdc.gov/metadata/documents/workbook_0501_bmk.pdf)>. Acesso: 09 jul. 2016.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo Aurélio Século XXI**: o dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FREITAS. M. I. C. Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume Especial Cartogeo. **Da cartografia analógica à neocartografia nossos mapas nunca mais serão os mesmos?**. Rio Claro, 2014. 23 - 39 p. Disponível em: <[http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/raul/cartografia\\_tematica/leiturneocartografia.pdf](http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/raul/cartografia_tematica/leiturneocartografia.pdf)>. Acesso em: 13 de outubro de 2016.

FREITAS, A. L. B.; OLIVEIRA, L.C. de. **Infra-estrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE Ação do Estado - Evolução no mundo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, XXII, Macaé, 2005. Anais...Macaé: [s.n], 2005. Não paginado.

GAZOLA A. e FURTADO A. **Banco de Dados Geográficos Inteligentes**. PUC Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <[ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07\\_04\\_gazola.pdf](ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07_04_gazola.pdf)>. Acesso em: 01 de outubro de 2016.

GONÇALVES, R. P. **Modelagem conceitual de bancos de dados geográficos para cadastro técnico multifinalitário em municípios de pequeno e médio porte**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GLOBAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE ASSOCIATION - GSDI. **The SDI Cookbook Chapter One: The Cookbook Approach**. 2009. Disponível em: <[http://gsdiassociation.org/images/publications/cookbooks/SDI\\_Cookbook\\_from\\_Wiki\\_2009.pdf](http://gsdiassociation.org/images/publications/cookbooks/SDI_Cookbook_from_Wiki_2009.pdf)>. Acesso em: 13 de abril de 2016.

GUEDES S. Z., **Implantação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais com Base em Tecnologias Open Source para Riscos Costeiros**. Universidade do Vale do Itajaí: Itajaí, 2010.

HUBNER, C. E. **Proposta de gestão de dados cadastrais para gestão sócio-patrimonial de empreendimentos de geração de energia hidrelétrica em fase de implantação**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2009.



IKEMATU, R. S. **Gestão de metadados: sua evolução na tecnologia da informação**. DataGramaZero, v. 2, n. 6, 2001. Disponível em: <<http://basessibi.c3sl.ufpr.br/brapci/v/a/1249>>. Acesso em: 6 de janeiro de 2017.

KORTE, G. B. **The GIS book: Hot to impleent, manage, and assess the value of grographic information systems**. New York: Thomson Learning, 2001.

KRAAK, M.; ORMELING, F. **Cartography visualization of spatial data**. [s.l.]: Addison Wesley Longman, 1996. ISBN 0-582- 25953-3.

LISBOA FILHO, J. **Modelagem de Bancos de Dados Geográficos**. III Escola Regional de Informática do Centro-Oeste. Brasília-DF: SBC - Sociedade Brasileira de Computação, 2000.p.137-171. Disponível em: <<http://www.dpi.ufv.br/~jugurta/papers/erico2000cap5.pdf>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2015.

LISBOA FILHO, J. **Uma infraestrutura de dados espaciais para o projeto GeoMINAS com metadados definidos no perfil MGB da INDE**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/284155991\\_Uma\\_infraestrutur\\_a\\_de\\_dados\\_espaciais\\_para\\_o\\_projeto\\_GeoMINAS\\_com\\_metadados\\_d\\_efinidos\\_no\\_perfil\\_MGB\\_da\\_INDE](https://www.researchgate.net/publication/284155991_Uma_infraestrutur_a_de_dados_espaciais_para_o_projeto_GeoMINAS_com_metadados_d_efinidos_no_perfil_MGB_da_INDE). 2013.

LOPES, E. E. **Proposta metodológica para visualização de imagens de alta resolução do Google Earth para a produção de mapas**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2009.

LOPES, E. E. **Determinação de diretrizes de traçado geométrico de obras lineares utilizando análise multicritério**. Universidade Federal

de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2015.

LUNARDI, O. A., PENHA, A. L. T., e CERQUEIRA, R. W. **O exército brasileiro e os padrões de dados geoespaciais para a INDE**. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. p. 01 – 08. Recife, 2012. Disponível em: <[https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/Todos\\_Artigos/042\\_2.pdf](https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/Todos_Artigos/042_2.pdf)> Acesso em: 25 de janeiro de 2017.

MANISA M.; NKWAE B. **Developing Botswana Spatial Data Infrastructure: From Concept to Reality**. Strategic Integration of Surveying Services. FIG Working Week 2007. Hong Kong, China, 2007.

MASÓ, J.; PONS, X.; ZABALA, A. **Tuning the second-generation SDI: theoretical aspects and real use cases**. International Journal of Geographical Information Science. Taylor & Francis Group. Barcelona, Espanha, 2011. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/224805816\\_Tuning\\_the\\_second-generation\\_SDI\\_Theoretical\\_aspects\\_and\\_real\\_use\\_cases](https://www.researchgate.net/publication/224805816_Tuning_the_second-generation_SDI_Theoretical_aspects_and_real_use_cases)>. Acesso em: 25 de novembro de 2016.

NETO, J. A. S.; PELEGRINA, M. A.; CANAL, M. A. **Edição de metadados de dados geoespaciais do Geocascavel utilizando a ferramenta Geonetwork**. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife. 2012.

NOGUEIRA. R. E. **Cartografia - Representação, Comunicação e Visualização de Dados Espaciais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006.

\_\_\_\_\_. **Cartografia Tátil: mapas para deficientes visuais**. Portal da Cartografia. Londrina, 2008. 35 - 58 p.

PRADO, B. R.; BREUNIG, F. M.; PEREIRA, G.; HAYAKAWA, E. H.; ANDRADES FILHO, C. O. **Comparação dos Padrões de Metadados Geográficos ISO 19115:2003 e FGDC: Avaliações e aplicabilidades para os dados digitais.** In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Viçosa, 2009. Disponível em: <[http://plutao.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao@80/2009/12.22.14.05.32/doc/prado\\_comparacao.pdf](http://plutao.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao@80/2009/12.22.14.05.32/doc/prado_comparacao.pdf)> . Acesso em: 22 de janeiro de 2016.

RAJABIFARD A., WILLIAMSON I. P. **Spatial Data Infrastructure: Concept. SDI Hierarchy and Future Directions.** in Proceedings, of GEOMATICS'80 Conference, Tehran, Iran. 2001. Disponível em: <[https://minerva-access.unimelb.edu.au/bitstream/handle/11343/33897/66253\\_00001151\\_01\\_4\\_01Raj\\_Iran.pdf?sequence=1](https://minerva-access.unimelb.edu.au/bitstream/handle/11343/33897/66253_00001151_01_4_01Raj_Iran.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

RODRIGUE, J. P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. **The Geography of Transport Systems.** London and New York, 2006. ISBN10: 0-203-00111-7.

SILVA, H. **Perfil Nacional de Metadados de Informação Geográfica (Perfil MIG).** Instituto Geográfico Português, Lisboa, Portugal, 2008. Disponível em: <<http://scrif.igeo.pt/webmig/docs/IntroducaoNorma19115.pdf>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2016.

SILVA, B. A. S. et al. **O Padrão de Metadados Dublin Core: A Representação Descritiva em HTML.** III Workshop de Pesquisa em Ciência da Informação. Londrina, 2014.

SILVA, Rafael Lopes da. **Metadados Geoespaciais: O Coração de uma IDE** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil: INPE, 25 a 29 de abril de 2015.

SILVEIRA, T. A. et al. **Estruturação de Bases Cartográficas para Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2008

SETZER, V. W. **Dado, Informação, Conhecimento e Competência**. Departamento de Ciência da Computação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em:  
<<https://www.ime.usp.br/~vwsetzer/dado-info.html>> Acesso em: 13 de setembro de 2016.

SOUZA, W. D., RIBEIRO, A.A.A., SANTOS A. S., DUARTE, D.C.O., NOGUEIRA R.S., VIDAL FILHO, J.N., SILVEIRA, J.A., LISBOA FILHO, J. **Reduzindo o esforço na reparação de metadados: uso de software livre para documentar dados espaciais de perfil MGB**. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação, volume 12, nº 3. 2013. Disponível em: <  
<http://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reinfo/article/view/1353/pdf>  
> Acesso em: 30 de outubro de 2016.

TOMLINSON, R. **Thinking about GIS: Geographical information system planning for managers**. 3. ed. Redlands: ESRI Press, 2007. 256 p.

TUMBA, A. G.; AHMAD, A. **Geographic Information System and Spatial Data Infrastructure: A Developing Societies' Perception**. Universal Journal of Geoscience 2(3): 85-92. Faculty of Geoinformation and Real Estate, Universiti Teknologi Malaysia. Johor Bahru. Malásia, 2014. Disponível em: <<http://www.hrpub.org/download/20140205/UJG1-13901468.pdf>> Acesso em: 25 de novembro de 2016.

UNIÃO EUROPÉIA. **Países da EU (ano de adesão)**. Disponível em: [http://europa.eu/about-eu/countries/index\\_pt.htm](http://europa.eu/about-eu/countries/index_pt.htm). Acesso em: 22 de janeiro de 2016.

VEGI, L. F. M.; LISBOA FILHO, J. **A Dublin core application profile for documenting analysis patterns in a reuse infrastructure**. Int. J. Metadata, Semantics and Ontologies, Vol. 8, No. 4, 2013. Disponível em:

<[http://www.dpi.ufv.br/~jugurta/papers/IJMISO80401\\_Vegi%20et%20al\\_VF.pdf](http://www.dpi.ufv.br/~jugurta/papers/IJMISO80401_Vegi%20et%20al_VF.pdf)> . Acesso em: 22 de setembro de 2016.

WILLIAMSON I. P., RAJABIFARD A., FEENEY M. E. **Developing Spatial Data Infrastructure: From Concept to Reality**. Primeira Edição. Londres, 2003. ISBN 0-415-30265-X. Disponível em: <[https://minerva-access.unimelb.edu.au/bitstream/handle/11343/32586/284038\\_Spatially%20enabled%20society.pdf?sequence=1](https://minerva-access.unimelb.edu.au/bitstream/handle/11343/32586/284038_Spatially%20enabled%20society.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

WILLIAMSON I. P., GRANT D., RAJABIFARD A. **Land Administration and Spatial Data Infrastructures**. FIG Working Week, 2005. Cairo, Egito. 2005.

WILLIAMSON I. P., RAJABIFARD A., WALLACE J., BENNETT R. **Spatially Enabled Society**. In Bridging the Gap between Cultures (FIG Working Week 2011), Marrakech, Morocco.2011.



## **Apêndice: Questionários DNIT e MTPA**





As respostas não podem ser editadas

## Questionário DNIT - Proposição de Nova Infraestrutura de Dados Espaciais de Rodovias para o Brasil

O objetivo do questionário é levantar a situação do DNIT frente às adequações de sua base de dados de rodovias à INDE; ou ainda frente as discussões com a CONCAR, IBGE, DSG, ou mesmo outras instituições que também geram bases de dados de rodovias.

Estas informações serão utilizadas na dissertação de mestrado de Caroline Helena Rosa Lopes aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial (PPGTG), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).



---

### Infraestrutura de Dados Espaciais

1. Conforme documento da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), o DNIT teve participação na formulação das Especificações Técnicas para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV). Na prática de que forma se deu essa participação?

O DNIT participou. No documento há a lista dos órgãos e pessoas participantes.

---

2. Com qual frequência o DNIT participa de reuniões organizadas pela CONCAR cuja pauta é a infraestrutura de dados espaciais?

No máximo 02 vezes por semestre.

---

3. Com qual frequência o DNIT participa de reuniões com outras instituições que também geram bases de dados cuja pauta é a infraestrutura de dados espaciais?

De acordo com as necessidades e oportunidades. Não há reunião rotineira para este fim.

4. A infraestrutura de dados de rodovias que está vigente (ET-EDGV), conforme documento da CONCAR (NCB-CC/E 0001B08 de 2008) é utilizada e/ou considerada quando ocorrem atualizações da base de rodovias do DNIT?

Não.

---

5. Existem limitações e/ou dificuldades em se utilizar as ET-EDGV?

Sim

Não

Quais são?

Não foi possível encaixar a modelagem.

---

6. O DNIT identifica que desde a criação da INDE ocorreram evoluções significativas na infraestrutura de dados espaciais de rodovias?

Sim

Não

## 7. O DNIT participou desse processo?

Sim

Não

Caso a resposta anterior tenha sido afirmativa descreva de que forma se deu esta participação. Caso a resposta anterior tenha sido negativa, informe o porquê da não participação do DNIT.

---

## Metadados

### 8. O DNIT elaborou os metadados da base de dados geográficos?

Sim

Não

Estes metadados estão preenchidos em alguma plataforma?

Sim

Não

Qual o nome da plataforma?

INDE

---

Estes metadados estão disponibilizados na internet para usuários comuns?

- Sim
- Não

Qual o endereço eletrônico destes metadados?

Está no geonetwork da INDE.

---

---

## Diagrama de Classes

9. A exemplo do que apresenta o documento ET-EDGV, o DNIT tem um diagrama de classe de rodovias?

- Sim
- Não

Este diagrama encontra-se disponibilizado na internet para usuários comuns?

- Sim
- Não

Em qual o endereço eletrônico encontra-se este diagrama de classes?

---

## Comentários

Neste ambiente você pode inserir observações pertinentes ao tema, e que não foram mencionadas no questionário acima. Obrigada por sua contribuição.

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

As respostas não podem ser editadas

## Questionário MT - Proposição de Nova Infraestrutura de Dados Espaciais de Rodovias para o Brasil

O objetivo do questionário é levantar a situação do MT frente às adequações de sua base de dados de rodovias à INDE; ou ainda frente as discussões com a CONCAR, IBGE, DSG, ou mesmo outras instituições que também geram bases de dados de rodovias.

Estas informações serão utilizadas na dissertação de mestrado de Caroline Helena Rosa Lopes aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial (PPGTG), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).



---

### Infraestrutura de Dados Espaciais

1. Conforme documento da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), o MT teve participação na formulação das Especificações Técnicas para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV). Na prática de que forma se deu essa participação?

A participação se deu por meio de contribuições nas reuniões específicas da ET-EDGV.

---

## 2. Com qual frequência o MT participa de reuniões organizadas pela CONCAR cuja pauta é a infraestrutura de dados espaciais?

Em geral, o MTPA participa de todas as plenárias da CONCAR, independentemente, da pauta.

---

## 3. Com qual frequência o MT participa de reuniões com outras instituições que também geram bases de dados cuja pauta é a infraestrutura de dados espaciais?

Eventualmente.

## 4. A infraestrutura de dados de rodovias que está vigente (ET-EDGV), conforme documento da CONCAR (NCB-CC/E 0001B08 de 2008) é utilizada e/ou considerada quando ocorrem atualizações da base de rodovias do MT?

Sim, é considerada.

---

## 5. Existem limitações e/ou dificuldades em se utilizar as ET-EDGV?

Sim

Não

Quais são?

Técnicas.

---

## 6. O MT identifica que desde a criação da INDE ocorreram evoluções significativas na infraestrutura de dados espaciais de rodovias?

Sim

Não

## 7. O MT participou desse processo?

Sim

Não

Caso a resposta anterior tenha sido afirmativa descreva de que forma se deu esta participação. Caso a resposta anterior tenha sido negativa, informe o porquê da não participação do MT.

A participação se deu por meio de contribuições nas reuniões específicas para tratar do tema.

---

---

## Metadados

### 8. O MT elaborou os metadados da base de dados geográficos?

Sim

Não

Estes metadados estão preenchidos em alguma plataforma?

Sim

Não

Qual o nome da plataforma?

Geoportal

---



Estes metadados estão disponibilizados na internet para usuários comuns?

- Sim
- Não

Qual o endereço eletrônico destes metadados?

.....

---

## Diagrama de Classes

9. A exemplo do que apresenta o documento ET-EDGV, o MT tem um diagrama de classe de rodovias?

- Sim
- Não

Este diagrama encontra-se disponibilizado na internet para usuários comuns?

- Sim
- Não

Em qual o endereço eletrônico encontra-se este diagrama de classes?

.....

---

## Comentários

Neste ambiente você pode inserir observações pertinentes ao tema, e que não foram mencionadas no questionário acima. Obrigada por sua contribuição.

Sucesso na pesquisa!

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

## **Anexo: Estruturas das classes do Subsistema Rodoviário**



#### 4) Sistema de Transporte:

Código	Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
4.02	Via_Rodoviária	Conjunto de elementos agregados envolvendo trechos rodoviários.				<b>C</b> Agrega as geometrias de outras classes de objetos do tipo linha, além do(s) eventual(is) ponto(s) de identificação da via rodoviária.	
	Atributo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito	
4.02.1	nome	Alfanumérico 80	Nome completo da instância.	A ser preenchido	-	NULO	
4.02.2	sigla	Alfanumérico 6	Indica a sigla oficial da via rodoviária.	A ser preenchido	Ex.: BR-101.	NÃO NULO	
4.02.3	nomeAbrev	Alfanumérico 50	Nome ou abreviatura padronizada.	A ser preenchido	-	NULO	
Código	Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
4.03	Trecho_Rodoviário	São as ligações rodoviárias entre dois pontos rodoviários.				_____	
	Atributo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito	
4.03.1	geometriaAproximada	Booleano -	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Sim Não	-	NÃO NULO	
4.03.2	codTrechoRodov	Alfanumérico 25	Código para identificação de um trecho rodoviário.	A ser preenchido	Código Previsto no (PNV, SRE ou trechos rodoviários municipais).	NULO	
				Acesso	Segmento rodoviário que liga a rodovia principal a determinado ponto de interesse, tais como: áreas urbanas, portos, parques etc.		
				Rodovia	Via destinada ao tráfego de veículos sobre rodas.		
				Caminho carroçável	Via transitável em tempo bom e seco, com piso e traçado irregulares, geralmente dificultando o tráfego de veículos comuns a motor.		
4.03.3	tipoTrechoRod	Alfanumérico 18	Identifica o tipo do trecho rodoviário.	Auto-estrada	Via de tráfego rápido, com todos os acessos controlados, sem cruzamento de nível e destinada exclusivamente a veículos motorizados, com revestimento sólido (asfalto, concreto ou calcamento), com um mínimo de 4 faixas, apresentando separação física entre as pistas de tráfego, representável em escala ou não.	NÃO NULO	
				Desconhecida	-		
				Federal	-		
				Estadual	-		
				Municipal	-		
4.03.4	jurisdicao	Alfanumérico 22	Indica a jurisdição do trecho rodoviário.	Propriedade particular	Localizada em propriedade particular, cuja responsabilidade é do proprietário do imóvel.	NÃO NULO	

4.03.5	administracao	Alfanumérico	16	Indica a esfera administrativa responsável pelo trecho rodoviário.	Desconhecida	-	NÃO NULO
					Federal	-	
					Estadual	-	
					Municipal	-	
					Particular	-	
4.03.6	concessionária	Alfanumérico	100	Identifica o agente concessionário que explora o trecho rodoviário.	Concessionada	A administração é concedida pelo Poder Público à particular.	NULO
					A ser preenchido	Ex.: Nova Dutra.	
4.03.7	revestimento	Alfanumérico	15	Identifica a natureza do revestimento do trecho rodoviário.	Leito natural	A superfície de rolamento se apresenta no próprio terreno natural.	NÃO NULO
					Revestimento primário (solto)	O revestimento é de saibro e/ou cascalho.	
					Pavimentado	Todo o revestimento rígido ou flexível, tais como: betuminoso (asfalto ou concreto asfáltico, concreto, cimento, etc).	
					Caixado	O revestimento é de paralelepípedos, blocos de pedra ou por bloquetes.	
4.03.8	operacional	Alfanumérico	12	Indica se o trecho rodoviário está operacional.	Desconhecido	-	NÃO NULO
					Sim	-	
					Não	-	
4.03.9	situacaoFisica	Alfanumérico	13	Identifica a situação do trecho rodoviário.	Desconhecida	-	NÃO NULO
					Abandonada	Onde não há investimentos para sua recuperação ou manutenção.	
					Destruída	Recuperação economicamente inviável, não sendo possível de ser recuperada por ter sua estrutura fundamental comprometida.	
					Construída	-	
					Em Construção	-	
4.03.10	nrPistas	Inteiro	-	Número de pistas do trecho rodoviário	Planejada	-	NULO
					A ser preenchido	Ex.: 2.	
4.03.11	nrFaixas	Inteiro	-	Número total de "faixas de rolagem" do trecho rodoviário.	A ser preenchido	Ex.: 4.	NÃO NULO
4.03.12	trafego	Alfanumérico	12	Indica o regime de tráfego do trecho rodoviário.	Desconhecido	Índice de trafegabilidade desconhecido.	NÃO NULO
					Permanente	O índice de trafegabilidade é permanente, não havendo interrupção sazonal do tráfego.	

				Periódico	O índice de freqüência é periódico, havendo interrupção sazonal do tráfego.	
4.03.13	canteiroDivisorio	Booleano	-	Indica se o trecho rodoviário possui canteiro divisorio.	Sim	NÃO NULO
4.03.14	capacCarga	Real	-	Indica o limite máximo admissível de peso bruto total (PBT) no trecho rodoviário, em toneladas.	Não	
				A ser preenchido	Valor em toneladas do limite máximo de peso bruto total no trecho.	NULO

Código	Classe	Descrição			Primitiva geométrica	
4.06	Travessia	Ligação transversal aos cursos d'água ou massas d'água, visando à transposição de veículos, pedestres e cargas, realizados por meio de embarcações apropriadas, podendo constituir-se num meio de continuidade para rodovias, bem como as passagens a vau.			☆	
4.06.1	Atributo nome	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
		80	Nome completo da instância.	A ser preenchido	-	NULO
4.06.2	geometriaAproximada	Booleano	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Sim	-	NÃO NULO
				Não	-	
				Desconhecido	-	
				Vau natural	Travessia por região alagada ou massa d'água, sem a necessidade de preparação especial.	
				Vau construída	Travessia por região alagada ou massa d'água, após preparação especial. Também conhecida como "passagem molhada".	
4.06.3	tipoTravessia	Alfanumérico	Identifica o tipo de travessia ou transposição.	Bote transportador	Transposição por meio de embarcação de fundo chato utilizada para transporte de pessoas e/ou pequenas cargas, em rios e massas d'água.	NÃO NULO
				Balsa	Transposição por meio de embarcação de fundo chato utilizada para transporte de pessoas e/ou grandes cargas, em rios e massas d'água..	
4.06.4	nomeAbrev	Alfanumérico	Nome ou abreviatura padronizada.	A ser preenchido	-	NULO





4.07.8	largura	Real	-	Indica a largura do túnel, em metros.	A ser preenchido	Ex.: 55.06.	NULO
4.07.9	nrPistas	Inteiro	-	Número de pistas do trecho rodoviário no interior do túnel. Pista – é a plataforma única de tráfego de veículo. Na presença de canteiro divisorio, guard-rails etc, ou qualquer impedimento físico à ligação das pistas (não sendo incluído aqui as divisões por olhos de gálo, sinalização horizontal), há a divisão de uma plataforma em duas pistas. Número total de “faixas de rolagem” do trecho rodoviário no interior do túnel.	A ser preenchido	Ex.: 2.	NULO
4.07.10	nrFaixas	Inteiro	-	Indica a posição espacial relativa das pistas do trecho rodoviário no interior do túnel.	Desconhecida	-	NULO
4.07.11	posicaoPista	Alfanumérico	13	Indica o comprimento útil do túnel, em metros.	Adjacentes	-	NÃO NULO
4.07.12	altura	Real	-	Nome ou abreviatura padronizada.	Superpostas	-	NULO
4.07.13	extensao	Real	-		Não aplicável	-	NULO
4.07.14	nomeAbrev	Alfanumérico	50		A ser preenchido	Ex.: 35.	NULO
					A ser preenchido	Ex.: 100.	NULO
					A ser preenchido	-	NULO

Código	Classe	Descrição			Primitiva geométrica		
4.08	Galeria_Bueiro	<p><b>Obra-de-arte corrente destinada a conduzir águas de um talvegue de um lado para outro de uma via podendo ser de talvegue ou de gróta, em função da declividade, inclusive a destinada a passagem de animais.</b></p>					
4.08.1	nome	Alfanumérico	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito	NULO
4.08.2	geometriaAproximada	Booleano	-	Nome completo da instância. Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	A ser preenchido	-	NÃO NULO
4.08.3	matConstr	Alfanumérico	12	Indica o tipo do material de construção predominante.	Sim	-	NÃO NULO
4.08.4	pesoSupportMaximo	Real	-	Indica o peso máximo admissível sobre a galeria ou bueiro, em toneladas.	Não	-	NÃO NULO
					Desconhecido	-	NÃO NULO
					Alvenaria	Tijolos, blocos.	NÃO NULO
					Concreto	-	NÃO NULO
					Metal	-	NÃO NULO
					Rocha	-	NÃO NULO
					Outros	Outros não listados.	NÃO NULO
					A ser preenchido	Ex.: 35.	NULO

4.08.5	operacional	Alfanumérico	12	Indica a situação em relação ao uso.	Desconhecido Sim Não	- - -	NÃO NULO
4.08.6	situacaoFisica	Alfanumérico	13	Identifica a situação quanto a atividade.	Desconhecida Abandonada Destruída Construída	- - - -	NÃO NULO
4.08.7	nomeAbrev	Alfanumérico	50	Nome ou abreviatura padronizada.	Em Construção A ser preenchido	- -	NULO

Classe		Descrição		Primitiva geométrica	
4.10	Ponte	Obra de arte especial destinada a permitir que uma via transponha um obstáculo líquido.		☆	
4.10.1	nome	Tamanho	Descrição	Domínio	Requisito
		80	Nome completo da instância.	A ser preenchido	NULO
4.10.2	geometriaAproximada	-	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Sim Não	NÃO NULO
4.10.3	tipoPonte	12	Identifica o tipo da ponte.	Desconhecido Móvel	NÃO NULO

Ponte cuja superestrutura tem mobilidade para permitir a passagem de embarcações de altura maior que a do seu gabarito.



4.10.11	nrPistas	Inteiro	-	Número de pistas do trecho rodoviário, sobre a ponte. Pista – é a plataforma única de tráfego de veículo. Na presença de canteiro divisorio, <i>guard-rails</i> etc. ou qualquer impedimento físico à ligação das pistas (não sendo incluído aqui as divisões por olhos de gatos, sinalização horizontal), há a divisão de uma plataforma em duas pistas.	A ser preenchido	Ex.: 2.	NULO
4.10.12	nrFaixas	Inteiro	-	Número de 'faixas de rolagem' do trecho rodoviário, sobre a ponte.	A ser preenchido	Ex.: 4.	NULO
4.10.13	posicaoPista	Alfanumérico	13	Posição espacial relativa das pistas do trecho rodoviário, sobre a ponte.	Desconhecida	-	NÃO NULO
					Adjacentes	Pistas paralelas.	
					Superpostas	Pistas em níveis diferentes, geralmente uma sobre a outra.	
					Não aplicável	-	
4.10.14	largura	Real	-	Largura da faixa, em metros.	A ser preenchido	Ex.: 25,06.	NULO
4.10.15	extensao	Real	-	Extensão da ponte, em metros.	A ser preenchido	Ex.: 105,06.	NULO
4.10.16	nomeAbrev	Alfanumérico	50	Nome ou abreviatura padronizada.	A ser preenchido	-	NULO

Código	Classe	Descrição			Primitiva geométrica		
4.11	Passag_Elevada_Viaduto	Obra destinada a permitir que uma via transponha vales, grotas, rodovias ou ferrovias ou contorne encostas, bem como substitua aterros, e, ainda, nesta classe encontram-se as passagens elevadas.					
	Atributo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito	
4.11.1	nome	80	Nome completo da instância. Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	A ser preenchido	-	NULO	
4.11.2	geometriaAproximada	-	Booleano	Sim	-	NÃO NULO	
				Não	-		
4.11.3	tipoPassagViad	16	Indica o tipo de passagem.	Passagem Elevada	Via urbana para tráfego rodoviário ou ferroviário em nível superior ao solo, denominada usualmente como elevado, não caracterizado como viaduto. Obra de construção civil destinada a transportar uma depressão de terreno ou servir de passagem superior sobre via terrestre e/ou ferrovia, por veículos ou composições e pedestres.	NÃO NULO	
				Viaduto			
				Rodoviário	Pertence ao modal rodoviário.		
				Ferroviário	Pertence ou se integra ao modal ferroviário (inclusive metroviário).		
4.11.4	modalUso	17	Modal viário ao qual pertence ou se integra.	Rodoferroviário	Pertence ou se integra ao sistema rodoviário e ferroviário (inclusive metroviário), concomitantemente.	NÃO NULO	
				Aeroporto	Pertence ao modal aeroportuário. (Passagens elevadas, viadutos ou passarelas localizadas no interior das áreas de aeroportos, sobre as quais transitam as aeronaves, veículos e pedestres).		

4.11.5	matConstr	Alfanumérico	12	Indica o tipo do material de construção predominante.	Desconhecido	-	NÃO NULO																																				
					Alvenaria	Tijolos, blocos.																																					
					Concreto	-																																					
					Madeira	-																																					
					Metal	-																																					
4.11.6	operacional	Alfanumérico	12	Indica se a passagem elevada ou viaduto está operacional ou não.	Outros	Outros não listados.	NÃO NULO																																				
					Desconhecido	-																																					
					Sim	-																																					
4.11.7	situacaoFisica	Alfanumérico	13	Identifica a situação, quanto à atividade atual.	Não	-	NÃO NULO																																				
					Desconhecida	-																																					
					Abandonada	Onde não há investimentos para sua recuperação ou manutenção.																																					
					Destruida	Recuperação economicamente inviável, não sendo possível de ser recuperada por ter sua estrutura fundamental comprometida.																																					
					Construida	-																																					
4.11.8	vaoLivreHoriz	Real	-	Largura, do trecho mais largo da passagem elevada ou viaduto (entre as pilastras) em metros.	Em construção	-	NULO																																				
					Planejada	-																																					
					A ser preenchido	Valor, em metros, do vão livre horizontal.																																					
					4.11.9	vaoVertical		Real	-	Altura, do trecho mais alto da passagem elevada ou viaduto, em metros.	A ser preenchido	Valor, em metros, do vão vertical inferior.	NULO																														
											4.11.10	gabHorizSup		Real	-	Gabarito horizontal sobre a passagem elevada ou viaduto, em metros.	A ser preenchido	Valor, em metros, do gabarito horizontal superior.	NULO																								
																	4.11.11	gabVertSup		Real	-	Gabarito vertical sobre a passagem elevada ou viaduto, em metros.	A ser preenchido	Valor, em metros, do gabarito vertical superior.	NULO																		
																							4.11.12	cargaSupportMaxima		Real	-	Carga máxima admissível sobre a passagem elevada ou viaduto, em toneladas.	A ser preenchido	Ex.: 35.	NULO												
																													4.11.13	nrPistas		Inteiro	-	Número de pistas da passagem elevada ou viaduto, quando for o caso. Pista – é a plataforma única de tráfego de veículo. Na presença de canteiro divisorio, guard-rails etc. ou qualquer impedimento físico à ligação das pistas (não sendo incluído aqui as divisões por olhos de gatos, sinalização horizontal), há a divisão de uma plataforma em duas pistas.	A ser preenchido	Ex.: 2.	NULO						
																																			4.11.14	nrFaixas		Inteiro	-	Número total de "faixas de rolagem" da passagem elevada ou viaduto, quando for o caso.	A ser preenchido	Ex.: 4.	NULO

4.11.15	posicaoPista	Alfanumérico	13	Indica a posição relativa entre as pistas da passagem elevada ou viaduto.	Desconhecida	-	NÃO NULO
	extensao	Real	-	Extensão, em metros, da passagem elevada ou viaduto.	Adjacentes	Pistas paralelas.	
	largura	Real	-	Largura da passagem elevada ou viaduto, em metros.	Superpostas	Pistas em níveis diferentes, geralmente uma sobre a outra.	
	nomeAbrev	Alfanumérico	50	Nome ou abreviatura padronizada.	Não aplicável	-	
4.11.16				A ser preenchido	Ex.: 105,06.	NULO	
4.11.17				A ser preenchido	Ex.: 25,06.	NULO	
4.11.18				A ser preenchido	-	NULO	

Código	Classe	Descrição			Primitiva geométrica		
4.17	Trilha_Picada	Via sem revestimento ou conservação, com piso e traçado irregulares, só permitindo o tráfego a pé ou de animais.					
4.17.1	nome	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
		Alfanumérico	80	Nome completo da instância.	A ser preenchido	-	NULO
4.17.2	geometriaAproximada	Booleano	-	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Sim	-	NÃO NULO
4.17.3	nomeAbrev	Alfanumérico	50	Nome ou abreviatura padronizada.	Não	-	NULO
					A ser preenchido	-	NULO

Código	Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
		Via construída especificamente para a circulação de bicicletas.		Domínio	Descrição	Requisito	
4.18	Ciclovia	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito	
4.18.1	atributo nome	Alfanumérico	80	Nome completo da instância.	A ser preenchido	-	NULO
4.18.2	geometriaAproximada	Booleano	-	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação a escala prevista para o produto cartográfico.	Sim Não	-	NÃO NULO
4.18.3	administracao	Alfanumérico	100	Identifica a esfera administrativa responsável pela ciclovia.	Desconhecida Estadual Municipal Estadual/Municipal Particular	-	NÃO NULO
4.18.4	revestimento	Alfanumérico	21	Indica o tipo de revestimento da ciclovia.	Desconhecido Leito Natural Revestimento primário (solto) Pavimentado Calçado	- No próprio terreno natural. Saibro e/ou cascalho. Todo o revestimento rígido ou flexível, tais como: betuminoso (asfalto) ou concreto asfáltico; concreto; cimento; etc.) Paralelepípedos, blocos de pedra ou por bloquetes.	NÃO NULO
4.18.5	operacional	Alfanumérico	12	Indica se a ciclovia está operacional.	Desconhecido Sim Não	-	NÃO NULO
4.18.6	situacaoFisica	Alfanumérico	13	Identifica a situação, quanto à atividade atual, da ciclovia.	Desconhecida Abandonada Destruída Construída	- Onde não há investimentos para sua recuperação ou manutenção. Recuperação economicamente inviável, não sendo possível de ser recuperada por ter sua estrutura fundamental comprometida.	NÃO NULO
4.18.7	trafego	Alfanumérico	12	Indica o regime de tráfego da ciclovia.	Em construção Planejada Desconhecido Permanente Periódico	- - - Não há interrupção sazonal. Periódico ou há interrupção sazonal.	NÃO NULO
4.18.8	nomeAbrev	Alfanumérico	50	Nome ou abreviatura padronizada.	A ser preenchido	-	NULO

Código	Classe	Descrição				Primitiva geométrica	
		Vias internas de uma área urbana.				Descrição	Requisito
4.19	Arruamento	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito	
4.19.1	nome	Alfanumérico	80	Nome completo da instância.	A ser preenchido	-	NULO
4.19.2	geometriaAproximada	Booleano	-	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico.	Sim Não	-	NÃO NULO
4.19.3	revestimento	Alfanumérico	15	Indica o tipo de revestimento do arruamento	Desconhecido Leito natural Revestimento primário (solto) Pavimentado Calçado	No próprio terreno natural. Salbro elou cascalho. Todo o revestimento rígido ou flexível, tais como: betuminoso (asfalto ou concreto asfáltico, concreto, cimento, etc). Paralelepípedos, blocos de pedra ou por bloquetes.	NÃO NULO
4.19.4	operacional	Alfanumérico	12	Indica se o arruamento está operacional.	Desconhecido Sim Não	-	NÃO NULO
4.19.5	situacaoFisica	Alfanumérico	13	Identifica a situação, quanto à atividade atual, do arruamento.	Desconhecida Abandonada Destruída Construída Em construção Planejada	Onde não há investimentos para sua recuperação ou manutenção. Recuperação economicamente inviável, não sendo possível de ser recuperada por ter sua estrutura fundamental comprometida.	NÃO NULO
4.19.6	nrFaixas	Inteiro	-	Indica o número de "faixas de rolagem" do arruamento.	A ser preenchido	Ex.: 4.	NULO
4.19.7	trafego	Alfanumérico	12	Indica o regime de tráfego do arruamento.	Desconhecido Permanente Periódico	O índice de trafegabilidade é permanente, ou não há interrupção sazonal. O índice de trafegabilidade é periódico, ou há interrupção sazonal.	NÃO NULO
4.19.8	canteiroDivisorio	Booleano	-	Indica se o arruamento possui canteiro divisorio.	Sim Não	-	NÃO NULO
4.19.9	nomeAbrev	Alfanumérico	50	Nome ou abreviatura padronizada.	A ser preenchido	-	NULO





Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial, Departamento de Engenharia Civil do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil

Orientador: Francisco Henrique de Oliveira

Florianópolis, 2017