

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA**

CLEOMIR PAOLAZZI

**A INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS(INDE) E AS
SOLUÇÕES DE INTEROPERABILIDADE DE DADOS GEOGRÁFICOS -
ANÁLISES E APLICAÇÕES**

**PORTO ALEGRE
2011**

CLEOMIR PAOLAZZI

**A INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS(INDE) E AS
SOLUÇÕES DE INTEROPERABILIDADE DE DADOS GEOGRÁFICOS -
ANÁLISES E APLICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Cartográfica apresentado na forma de Monografia ao Departamento de Geodésia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Cartógrafo.

Orientadora: Prof.º Dra. Andrea Lopes Iescheck

PORTO ALEGRE

2011

CLEOMIR PAOLAZZI

**A INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS(INDE) E AS
SOLUÇÕES DE INTEROPERABILIDADE DE DADOS GEOGRÁFICOS -
ANÁLISES E APLICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Cartográfica apresentado na forma de Monografia ao Departamento de Geodésia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Cartógrafo.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Sérgio Florêncio de Souza

Prof. Dr. Ronaldo dos Santos da Rocha

Aprovada em ____/____/____

CONCEITO FINAL: ____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, em especial ao meu pai(em memória), grandes incentivadores e referências em minha vida. A minha querida companheira Cristiane, sempre presente e com apoio incondicional nos desafios ao longo desta caminhada. Aos colegas de faculdade, em especial aos integrantes do Grupo 4, pela presteza e dedicação na superação das dificuldades ao longo do curso. Agradeço ao Engenheiro Cartógrafo Maurício de Paulo e aos demais Professores da UFRGS pela dedicação e pelo apoio contínuo na pesquisa.

EPÍGRAFE

“A felicidade aparece para aqueles que reconhecem a importância das pessoas que passam por sua vida”.

Clarice Lispector

RESUMO

A falta de interoperabilidade entre sistemas que armazenam informações geográficas é um problema que as instituições públicas e particulares enfrentam com muita frequência. Esta dificuldade de intercâmbio se deve, basicamente, ao fato de que a maior parte dos sistemas são desenvolvidos em plataformas proprietárias e que, até então, não tinham a preocupação com a comunicação entre diferentes programas e sistemas computacionais. Para tentar solucionar este problema o governo lançou a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) que dentre outras coisas, define padrões de estrutura, aquisição e publicação de dados geoespaciais a fim de garantir o intercâmbio e a transmissão de dados entre diferentes programas e sistemas computacionais. Este trabalho se propõe a analisar e aplicar os conceitos e padrões estabelecidos pela INDE no que se refere à aquisição, estruturação e publicação dos dados cartográficos com uma abordagem específica nas principais tecnologias disponíveis para a publicação das informações geográficas adquiridas e armazenadas em um servidor interoperável. O servidor de dados implementado no trabalho segue as recomendações INDE e oferece ao cliente o acesso a base cartográfica através dos serviços estabelecidos pela *Open Geospatial Consortium* (OGC). A partir da utilização destes geosserviços, o usuário poderá acessar as informações através de aplicações remotas em softwares de Desktop-SIG, como ArcGis e QGIS, ou ainda, através de um navegador de internet de forma dinâmica e em tempo real.

Palavras-chave: INDE, *Open Geospatial Consortium*, Quantum GIS, WMS, WFS

ABSTRACT

The lack of interoperability between systems that store geographic information is a problem that public and private institutions face very often. This difficulty of exchange is basically due to the fact that most of the systems are developed in proprietary platforms, and until then, had no concern about communication between different programs and computer systems. To try to solve this problem the government launched the National Spatial Data Infrastructure (INDE) which among other things, sets standards of structure, acquisition and publishing of geospatial data to ensure the exchange and transmission of data between different programs and computer systems. This study aims to analyze and apply the concepts and standards established by INDE in relation to the acquisition, organization and publication of the map data with a specific approach in the main technologies available for the publication of geographic information acquired and stored on a server interoperable. The data server implemented in the work follows the recommendations INDE and provides customer access to services through the base map established by the Open Geospatial Consortium (OGC). From the use of these geoservices, the user can access the information through remote applications in desktop-GIS software such as ArcGIS and QGIS, or through a web browser dynamically and in real time.

Keywords: INDE, *Open Geospatial Consortium*, Quantum GIS, WMS, WFS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Componentes da INDE.....	13
Figura 2: Diagrama conceitual do DBDG.....	27
Figura 3: Esquema geral da solução adotada.....	34
Figura 4: Representação das classes de feições adquiridas na vetorização.....	43
Figura 5: Visão do Banco de Dados carregado.....	44
Figura 6: Exportado para o Mapserver.....	45
Figura 7: Resultado da Exportação.....	46
Figura 8: Requisição de WMS no QGIS.....	47
Figura 9: Serviço WMS no QGIS.....	48
Figura 10: Conexão de serviço WFS no QGIS.....	48
Figura 11: Mapa temático gerado a partir da adição de camadas WFS.....	49
Figura 12: Requisição WMS no ArcGIS.....	50
Figura 13: Serviço WMS adicionado no ArcGIS.....	50
Figura 14: Camadas WFS no ambiente do ArcGIS.....	51
Figura 15: Esquema específico da publicação na web.....	52
Figura 16: Visualização do dado publicado na web.....	53
Figura 17: Integração de serviços WMS de diferentes fontes.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Padrões previstos na e-PING voltados a cartografia.....	8
Tabela 2: Web Services adotados na e-PING voltados à Cartografia.....	9
Tabela 3: Produtores Oficiais de dados do Setor Federal.....	14
Tabela 4: Especificações Técnicas definidas para o Mapeamento Topográfico.....	16
Tabela 5: Padrão definidos para o Mapeamento Cadastral e Geográfico.....	17
Tabela 6: Categorias contempladas na EDGV.....	20
Tabela 7: Precisão e Acurácia da Planimetria de Produtos Cartográficos.....	22
Tabela 8: Perfil de Metadados e aspectos de preenchimento.....	25
Tabela 9: Softwares recomendados para compor o DBDG.....	28
Tabela 10: Plano de execução do trabalho.....	35
Tabela 11: Classes da EDGV preenchidas na aquisição.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	3
2 REVISÃO TEÓRICA.....	7
2.1 POLÍTICAS PÚBLICAS VOLTADAS AOS PADRÕES DE INTEROPERABILIDADE.....	7
2.1.1 Padrões de Interoperabilidade do Governo Eletrônico(e-PING).....	7
2.1.1.1 Padrões da e-PING voltados à Cartografia.....	8
2.1.1.2 Adesão à e-PING.....	10
2.1.2 Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).....	11
2.1.2.1 Elementos que compõe a INDE.....	13
2.1.2.2 Normas e Padrões.....	15
2.1.2.3 Plano de ação para implantação da INDE.....	18
2.1.3 Especificações técnicas definidas na INDE para processos cartográficos.....	19
2.1.3.1 Estruturação de Dados Geoespaciais e Vetoriais (EDGV).....	19
2.1.3.2 Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV).....	21
2.1.3.3 Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais.....	22
2.1.3.4 Controle de Qualidade de Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais.....	23
2.1.3.5 Metadados Geoespaciais Brasileiros (ET-MGB)	24
2.1.4 Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais.....	26
2.1.4.1 Introdução.....	26
2.1.4.2 Modelo conceitual do DBDG.....	27
2.2 BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO.....	29
2.2.1 Introdução.....	29
2.2.2 Sistema gerenciador de Banco de dados.....	29
2.2.3 PostgreSQL/PostGIS.....	30
2.3 OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC).....	30
2.3.1 Introdução.....	30
2.3.2 Principais geosserviços da Open Geospatial Consortium.....	31
2.3.2.1 Web Map Service (WMS).....	31
2.3.2.2 Web Feature Service (WFS).....	32
2.3.2.3 Catalog Service Web (CSW).....	32
3 METODOLOGIA.....	34
3.1 INSTALAÇÃO DOS SOFTWARES.....	35
3.1.1 ArcGIS.....	35

3.1.2 Banco de Dados Geográfico.....	35
3.1.3 Quantum GIS.....	35
3.1.4 Servidores Web e Servidor de Mapas.....	36
3.1.5 Navegador de Internet.....	37
3.2 AQUISIÇÃO DA BASE.....	37
3.2.1 Digitalização do Original Cartográfico.....	37
3.2.2 Georreferenciamento.....	38
3.2.3 Vetorização e Atribuição.....	38
3.2.4 Validação.....	38
3.2.5 Revisão e Edição.....	39
3.3 ARMAZENAMENTO DA BASE VETORIAL NO BANCO DE DADOS.....	39
3.4 REPRESENTAÇÃO DOS DADOS E CONFIGURAÇÃO DO SERVIDOR.....	40
3.5 PUBLICAÇÃO.....	40
4 RESULTADOS.....	42
4.1.1 Solicitação de serviços WMS e WFS em ambiente QGIS.....	47
4.1.2 Solicitação de serviços WMS e WFS em ambiente ArcGIS.....	49
4.1.3 WMS em aplicação WEB.....	51
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

Até o início dos anos 90, o processo de produção cartográfica tinha como objetivo a produção de mapas, cartas ou plantas a fim de atender a necessidade específica do usuário, utilizando para tal de técnicas de apresentação pictóricas. A distribuição destes produtos se dava no formato analógico e, mesmo depois do surgimento da cartografia digital, esta prática se manteve até bem pouco tempo. A norma técnica que regia todos estes procedimentos para a cartografia sistemática era o Manual Técnico T34-700 de Convenções Cartográficas editado pela Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) composto por duas partes. A primeira descrevia os dados geoespaciais enquanto que a segunda parte definia a forma como os dados seriam representados.

O avanço das tecnologias e a popularização das informações geográficas fizeram com que as empresas proprietárias de softwares de geoprocessamento iniciassem uma grande corrida pelo domínio de seu padrão de arquivos de armazenamento de informação geográfica. A consequência desta disputa nos dias de hoje é um grande número de formatos de arquivos, cada um seguindo seu padrão nativo, o que dificulta a interoperabilidade de sistemas e obriga o usuário a realizar conversões constantes entre formatos. O governo atento à dificuldade de interação e de integração entre seus diferentes setores e com a sociedade em geral percebe a necessidade de determinar padrões comuns para leitura, edição e disseminação de dados geográficos.

Os primeiros passos para a solução destes problemas foram dados com a criação da *e-PING* (Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico) que passou a definir um conjunto mínimo de premissas, políticas e especificações técnicas que regulamentam a utilização da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) na interoperabilidade de Serviços de Governo Eletrônico estabelecendo, desta forma, as condições mínimas para integração e interação com os demais poderes e esferas do governo e com a sociedade. Assim, todas as compras e contratações do governo federal, Poder Executivo, direcionadas para o desenvolvimento de serviços de governo eletrônico e de atualizações de sistemas voltados a administração pública devem estar em consonância com as especificações e políticas da *e-PING* incentivando também todos os setores da sociedade interessados na utilização, no

desenvolvimento e na atualização destas especificações. Uma das premissas básicas da *e-PING* se refere ao uso preferencial de software público e/ou software livre nas aplicações dos padrões de interoperabilidade entre sistemas.

Conforme pesquisa de Onsrud (2001), desde a década de 90 a construção de Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) vem sendo considerada referência de boa governança tanto pelo Estado quanto pela sociedade. No Brasil, o decreto nº 6.666/08 de 27 de novembro de 2008, instituiu a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) definindo através deste a responsabilidade pelo processo de implantação a três entidades do setor federal a saber: Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

Contudo, a integração consistente de dados geográficos oriundos de diversas fontes (bases cartográficas de referência, bases temáticas, softwares, Sistemas Operacionais e Bancos de Dados distintos) requer conhecimento de conceitos, normas e especificações inerentes aos dados e às aplicações a que se destinam (INDE, 2008). Os serviços *web*, padrões estabelecidos e difundidos pela *Open Geospatial Consortium (OGC)* podem ser entendidos como aplicações ou componentes de aplicações acessíveis pela *web* capazes de trocar dados, compartilhar tarefas e automatizar processos que envolva dados georeferenciados. Pelo fato de se basearem em padrões universais e não aqueles definidos pelos softwares proprietários, os serviços *web* possibilitam que programas se comuniquem diretamente uns aos outros permitindo o intercâmbio de dados geográficos independentemente de sua plataforma de processamento, armazenamento ou sistemas operacionais. Estes geosserviços são endereçáveis via URL e são disponibilizados ao público através de um navegador de Internet ou em softwares locais voltados à aplicações de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Com o objetivo de viabilizar o intercâmbio de dados foi criado um consórcio que hoje possui mais de 350 companhias, o *Open Geospatial Consortium (OGC)*, suas especificações e detalhes serão abordados nesta monografia em um capítulo específico. O consórcio OGC visa criar, entre outras especificações, formatos padrões que simplificam a interação entre diferentes fontes de dados (OGC, 2008). Alguns dos geosserviços mais importantes especificados e documentados pela OGC são os *Web Map Service (WMS)*, *Web Feature Service (WFS)* e *Web Catalog Service (CSW)*.

A superabundância de dados, em vista do grande número de instituições que, na atualidade, estão envolvidas na cadeia de produção e distribuição de dados geoespaciais também é consequência do avanço das geotecnologias e da popularização da geoinformação. É necessária, frente a isso, a adesão a um conjunto de normas e padrões no processo de produção e disseminação de informação geográfica de modo a garantir a interoperabilidade entre sistemas diversos, facilitando o compartilhamento dos dados entre as instituições e organizações públicas e particulares.

Este trabalho tem como objetivo principal uma abordagem dos principais aspectos da legislação que prevêem os padrões de interoperabilidade entre sistemas nos diferentes poderes e esferas do governo brasileiro (e-PING) e no plano de Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Destaca-se, neste último, os geosserviços da OGC definidos como padrão de disseminação de dados cartográficos entre diferentes sistemas nas instituições públicas e privadas.

Para atingir o objetivo principal tem-se como objetivos específicos a abordagem nos seguintes temas:

- Políticas públicas voltadas a padronização de formatos adotados pelo governo federal estabelecidas pela e-PING (Padrões de Interoperabilidade do Governo Eletrônico) e pela INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais);
- Especificações técnicas que envolvem a aquisição, estruturação e controle de produtos e de qualidade de informações Geoespaciais Vetoriais;
- Os geosserviços definidos pela *Open Geospatial Consortium* (OGC) voltados à publicação e disseminação de dados espaciais
- Uma aplicação prática dos conceitos analisados através de uma implementação baseada nas recomendações da INDE no que se refere ao processo de aquisição, armazenamento e publicação de dados cartográficos armazenados em um servidor interoperável com o objetivo de garantir o acesso entre sistemas distintos.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos organizados da seguinte forma. **Introdução**, onde são apresentadas algumas considerações gerais bem como as análises pretendidas, as justificativas para este trabalho e seus objetivos. O capítulo dois, intitulado **Revisão Bibliográfica**, apresenta os conceitos relativos às políticas públicas voltadas aos padrões interoperabilidade entre sistemas

(e-PING), à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e às especificações técnicas voltadas à aquisição, tratamento e publicação de produtos cartográficos. O capítulo três, **Metodologia**, apresenta a configuração de softwares utilizados na solução bem como os procedimentos técnicos realizados na aquisição, armazenamento e publicação da base cartográfica envolvidos no trabalho. No capítulo quatro, **Resultados**, são apresentados os resultados práticos do trabalho onde são demonstrados exemplos de conexão e publicação de dados geográficos tanto para clientes *desktop SIG* quanto para clientes *web* através de um navegador de internet. E, no capítulo cinco, apresentam-se as **Conclusões e Recomendações** a respeito do trabalho desenvolvido.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 POLÍTICAS PÚBLICAS VOLTADAS AOS PADRÕES DE INTEROPERABILIDADE

2.1.1 Padrões de Interoperabilidade do Governo Eletrônico (e-PING)

O crescimento significativo no uso das geotecnologias em diversos setores da sociedade tem contribuído para a geração de grandes volumes de dados e informações geoespaciais por parte de organizações públicas e privadas. Como a maioria destas informações são normalmente produzidas para atender a requisitos de projetos específicos elas raramente são disponibilizadas para os usuários externos o que acaba gerando investimentos de diferentes órgãos ou empresas em uma mesma região. O governo brasileiro ciente desta situação e buscando uma maximização de seus investimentos criou, através do Decreto de 18 de outubro de 2000, a *e-PING* que passa a definir, entre outras coisas, o conjunto mínimo de premissas, políticas e especificações técnicas que regulamentam a utilização da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na interoperabilidade de serviços nas esferas do poder público federal. Um dos requisitos básicos estabelecidos pela *e-PING* se refere ao uso de software público e/ou software livre em suas implementações. Padrões proprietários são aceitos em caráter transitório mantendo-se a perspectiva de substituição quando possível.

Como o grande objetivo da *e-PING* é garantir a interoperabilidade entre os sistemas, é fundamental que se resgate o conceito de interoperabilidade. A *International Organization for Standardization* (ISO), órgão não governamental presente em cerca de 157 países cuja função é a de promover a normatização de produtos e serviços de modo a garantir que a qualidade dos mesmos seja permanentemente melhorada, define interoperabilidade como:

a habilidade de dois ou mais sistemas (computadores, meios de comunicação, redes, software e outros componentes de tecnologia da informação de interagir e de intercambiar dados de acordo com um método definido de forma a obter os resultados esperados (ISO/TR 16056-1,2004).

As primeiras tentativas de se obter interoperabilidade em SIG foram através da tradução direta de formatos de dados de um fabricante de *software* para outro. Uma variação dessa prática foi o aparecimento de formatos intermediários

padrões. Esses formatos podem levar à perda de qualidade na informação como é o caso das conversões para o formato DXF, um formato de exportação utilizado por programas do tipo CAD (FONSECA e EGENHOFER, 1999).

As áreas cobertas pela *e-PING* estão segmentadas em cinco grandes grupos distribuídos nos seguintes segmentos: Interconexão, Segurança, Meios de Acesso, Organização e Intercâmbio de Informações e Áreas de Integração para Governo Eletrônico. Para cada um dos segmentos foram destacados grupos de trabalho com especialistas em cada área com a responsabilidade de elaborar e organizar definições para cada área de influência (*e-PING*, 2008).

2.1.1.1 Padrões da *e-PING* voltados à Cartografia

Das áreas abrangidas pela *e-PING* (Interconexão, Segurança, Meios de Acesso e Organização e Intercâmbio de Informações) aquelas que envolvem diretamente a cartografia são os “Meios de Acesso” e “Áreas de integração para o Governo Eletrônico”. No segmento Meios de Acesso são explicitadas as questões relativas aos padrões dos dispositivos de acesso aos serviços de governo eletrônico. Nesta versão são abordadas as políticas e as especificações para estações de trabalho, televisão digital e mobilidade (*e-PING*, 2011). Este segmento prevê que para elaboração de minutas de documentos ou trabalhos que necessitem ser criados colaborativamente por mais de uma pessoa e/ou órgão devem ser utilizados, preferencialmente, os formatos previstos na Tabela 1.

Tabela 1: Padrões previstos na *e-PING* voltados à cartografia

Componente	Especificação	Situação
INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS Padrões de arquivos para intercâmbio entre estações de trabalho	GML (1) (a)	Adotado
	ShapeFile (2)(b)	Adotado
	GeoTIFF(3)(c)	Adotado
INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS Intercâmbio de informações gráficas e imagens estáticas	PNG (.png)	Adotado
	TIFF (.tif)(5)	Recomendado
	SVG (.svg), W3C(6)	Recomendado
	JPEG (7)	Recomendado
	BMP (. bmp)	Em transição
	GIF (.gif)(8)	Em transição

Fonte: Extrato do Documento de Referência da *e-PING* – Versão 2011

(1) *Geography Markup Language*. Especificações disponíveis em: <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>. Acesso em: Março de. 2011.

(a) Indicado para estruturas vetoriais complexas, envolvendo primitivas geográficas como polígonos,

pontos, linhas, superfícies, coleções, e atributos numéricos ou textuais sem limites de número de caracteres.

(2) *ESRI Shapefile Technical Description*. Disponível em:

<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>. Acesso em: Março de. 2011.

(b) Indicado para estruturas vetoriais limitadas a linhas, pontos e polígonos, cujos atributos textuais não ultrapassem 256 caracteres.

(3) *GeoTIFF Format Especification*. Disponível em: <http://trac.osgeo.org/geotiff>. Acesso em: Março de. 2011.

(c) Pode armazenar também as dimensões M e Z. Indicado para estruturas matriciais limitadas a matrizes de pixel.

(4) *Portable Network Graphics (PNG) Specification (Second Edition)*. W3C Recommendation 10 November 2003. ISO/IEC 15948:2003. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/2003/REC-PNG-20031110/>. Acesso: Março/11. (5) *Tagged Image File Format (Adobe Systems)*.

(6) *Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification*. W3C Recommendation 14 January 2003. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/2003/REC-SVG11-20030114/>. Acesso em: Março de. 2011.

(7) *JPEG File Interchange Format (version 1.02)* 1 September 1992. Disponível em: <http://www.jpeg.org/public/jfif.pdf>. Acesso em: Março de. 2011.

(8) *Graphics Interchange Format (CompuServe/America Online, Inc.)*.

Esta padronização de formatos tem como objetivo a identificação de uma referência mínima a partir da qual os serviços do governo eletrônico (e-gov) devem intercambiar informações, estando aptos a receber ou enviar arquivos em versões iguais ou posteriores às mencionadas.

Outro segmento que afeta a área da cartografia se refere ao segmento Áreas de Integração para Governo Eletrônico onde são tratados os componentes que envolvem as áreas de atuação de Governo e que cuja padronização seja relevante para processos que envolvam informações geográficas. Orienta-se, desta forma, o uso de *Web Services* como padrão de integração e intercâmbio de dados entre sistemas de informação geográficas (SIG) nas esferas do governo. Os padrões estabelecidos estão relacionados na Tabela 2:

Tabela 2: *Web Services* adotados na e-PING voltados à Cartografia

Componente	Especificações	Situação
	WMS	Adotado
INFORMAÇÕES	WFS	Adotado
GEORREFERENCIADAS	WCS	Adotado
Interoperabilidade entre sistemas de	CSW	Adotado
informação geográfica	WFS-T	Recomendado
	WKT	Recomendado

Fonte: Documento de Referência da e-PING – Versão 2011

(1) Disponível em <http://www.opengeospatial.org/standards/>. Acesso em: Março de. 2011.

Assim, independente das tecnologias em que foram implementados, passa-se a adotar um padrão de interoperabilidade que garanta escalabilidade e facilidade de uso possibilitando, desta forma, sua utilização de forma simultânea e

em tempo real e sem problemas com a questão de compatibilidade.

Neste contexto, os serviços Web surgem como uma alternativa para a disseminação de dados geográficos na Internet ou em uma rede empresarial tendo em vista a enorme demanda que existe por informação espacial de simples acesso (Toscano, 2008).

Brandão e Ribeiro (2007) define ainda que os serviços *Web* são *softwares* que oferecem serviços a aplicações remotas, denominadas consumidoras, utilizando a Internet como canal de comunicação. No caso deste trabalho, o servidor interoperável implementado utilizará os serviços web para servir dados geográficos adquiridos segundo os padrões estabelecidos pela INDE.

2.1.1.2 Adesão à *e-PING*

O governo brasileiro não pode simplesmente impor os padrões da *e-PING* aos cidadãos e às diversas instâncias de governo, dentro e fora do país. Ele pode, no entanto, estabelecer essas especificações como o padrão por ele selecionado e aceito, ou seja, estes são os padrões em que deseja interoperar com as entidades dentro e fora do governo federal. A adesão dessas entidades dar-se-á de forma voluntária e sem qualquer ingerência por parte da Coordenação da *e-PING* (e-PING, 2008).

Para os órgãos do governo federal, Poder Executivo brasileiro, a adoção dos padrões e políticas contidos na *e-PING* é obrigatória (Portaria SLTI/MP nº 5, de 14 de julho de 2005). O governo federal – Poder Executivo brasileiro inclui:

- Os órgãos da Administração Direta: Ministérios, Secretarias e outras entidades governamentais de mesma natureza jurídica, ligados direta ou indiretamente à Presidência da República do Brasil;
- As Autarquias e Fundações.

Para as entidades acima citadas são obrigatórias as especificações contidas na *e-PING* para:

- Todos os novos sistemas de informação que vierem a ser desenvolvidos e implantados no governo federal e que se enquadram no escopo de interação, dentro do governo federal e com a sociedade em geral;
- Sistemas de informação legados que sejam objeto de implementações que envolvam provimento de serviços de governo

eletrônico ou interação entre sistemas;

- Outros sistemas que façam parte dos objetivos de disponibilizar os serviços de governo eletrônico.

A adesão à e-PING ocorrerá de maneira gradativa e o governo incentiva a participação de todas as partes interessadas no desenvolvimento e atualização contínua das especificações e recomendações integrantes da arquitetura.

2.1.2 Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)

Atento as necessidades da organização dos dados espaciais produzidos no país e atento ao sucesso de outros países que adotaram esta doutrina, o Governo Brasileiro cria através do decreto Presidencial nº 6.666 de 27 de novembro de 2008 a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) onde a define com o seguinte conceito:

Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE: conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal (BRASIL, 2008).

O decreto descreve ainda os objetivos ou motivações para sua criação:

Art. 1º - Fica instituída, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), com o objetivo de:

- I. 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;
- II. 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); e
- 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.

Outros conceitos importantes são definidos no mesmo decreto da seguinte forma: Dado ou informação geoespacial:

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 instantâneo 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.

Metadados de informações geoespaciais:

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 para possibilitar a sua busca e exploração.

Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais (DBDG):

Sistema de servidores de dados, distribuídos na rede mundial de computadores, capaz de reunir eletronicamente produtores, gestores e usuários de dados geoespaciais, com vistas ao armazenamento, compartilhamento e acesso a esses dados e aos serviços relacionados.

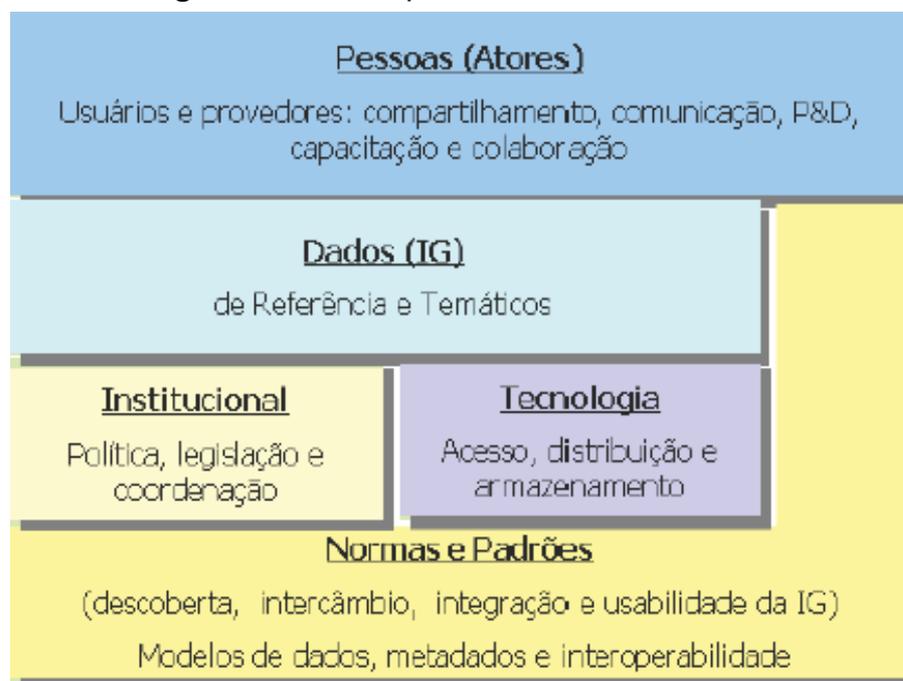
Assim, todos os dados, metadados e serviços de busca e acesso a estas informações espaciais serão armazenadas em um banco de dados de um servidor e o conjunto destes servidores vai compor o DBDG que representará a infraestrutura tecnológica e informacional da INDE. Mas para que o público-alvo tenha acesso às informações elas devem ser disponibilizadas em um portal único definido como Portal Brasileiro de Dados Espaciais denominado como Sistema de Informações Geográficas do Brasil – SIG Brasil.

A INDE o define como “portal que disponibilizará os recursos do Diretório Brasileiro de Dados Geográficos (DBDG) para publicação ou consulta sobre a existência de dados geoespaciais, bem como para o acesso aos serviços relacionados.” A INDE Brasileira segue a vertente mais atual na definição de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) na qual o conceito de serviços prevalece sobre o dos dados. Isso significa que um conjunto de serviços estará a disposição de uma comunidade de usuários de dados geoespaciais mudando a ênfase que antes era nos dados que o usuário acessaria passando agora nos vários usos que estes dados disponíveis podem ser utilizados (INDE, 2008).

2.1.2.1 Elementos que compõem a INDE

Segundo Warnest (2005), é consenso internacional que uma Infraestrutura de dados Espaciais (IDE) deve ser estruturada em cinco pilares fundamentais que se relacionam e interagem entre si. Esta interação é apresentada pela Figura 1.

Figura 1: Pilares que fundamentam uma IDE



Fonte: Adaptado de Warnest(2005)

O segmento Pessoas, conhecidos também por atores, representa as partes envolvidas ou interessadas nas informações geográficas. Os setores público e privado respondem pela aquisição, produção, manutenção e oferta de dados espaciais; o setor acadêmico é responsável pela educação, capacitação, treinamento e pesquisa em IDE e o usuário determina que dados espaciais são requeridos e como devem ser acessados (WILLIAMSON; RAJABIFARD; FEENEY, 2003). Os atores, de uma maneira geral e abrangente, identificam os grandes grupos ou setores participantes de uma IDE:

- As instituições governamentais (de todos os níveis de governo);
- A academia (universidades, institutos e centros de pesquisa);
- A iniciativa privada (empresas constituídas com finalidade de lucro);
- A sociedade (cidadãos e sociedade civil organizada).

Dados ou informação geográfica podem ser classificados em 3 categorias

distintas de acordo com a definição constante na INDE. Dados de Referência, Dados Temáticos e Dados de Valor Agregado. Dado de Referência é todo aquele que traz o referenciamento geográfico da informação sobre o território nacional. Dado Temático é definido como o conjunto de informação de determinado fenômeno presente em uma região específica ou em todo território nacional. São constituídos por dados quantitativos e qualitativos que se referenciam no espaço quando associados aos dados de referência. Dados de valor agregado são dados adicionados por usuários ou produtores (públicos ou privados) aos dados de referência e temáticos, por determinado interesse e utilização específica, e que podem pertencer aos âmbitos setoriais, regionais, estaduais, municipais, urbanos e outros. Os dados de valor agregado podem ter uma ampla diversidade de detalhamento temático e de cobertura geográfica. Na Tabela 3 estão representados, como exemplo, os produtores oficiais de dados Geográficos do Setor Federal:

Tabela 3: Produtores Oficiais de dados do Setor Federal

Fonte	Amparo Legal	Instituição Responsável	Tipo de Dados e Informações Geoespaciais
Sistema Cartográfico Nacional (SCN)	(1) (2)	Marinha do Brasil - DHN, Exército Brasileiro - DSG, Aeronáutica – ICA	Cartas Náuticas, Cartas Terrestres, Cartas Aeronáuticas, Cartas Terrestres
Sistema Geodésico Brasileiro (SGB)	(1) (2)	IBGE	Geodésicos
Sistema Estatístico Nacional (SEN)	(3)	IBGE	Estatístico
Sistema Geológico Brasileiro	(4) (5) (6) (7) (8) (9)	Sistema Geológico Brasileiro IBGE	Geológicos
Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (SINIMA)	(10) (11)	Partes integrantes do SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente (MMA e Vinculadas)	Ambientais
Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR)	(12)	MDA - INCRA	Fundiários

Fonte: Plano de Implantação da INDE – 2008

(1) Decreto-Lei 243, de 28/2/1967

(2) Decreto 89.817, de 20/6/1984

(3) Lei 6.183, de 11/12/1974 IBGE Estatísticos

(7) Decreto 1.524, de 20/06/1995

(8) Lei 5.878, de maio/1973

(9) Decreto-Lei 4.740, de 13/06/2003

(4) Constituição de 1988, artigo 22/XVII

(5) Decreto-Lei 764 de 15/08/1969

(6) Lei 8.970, de 28/12/1994

(10) Lei. 6.938, de 31/08/1981

(11) Decreto 99.274, de 06/06/1990

(12) Lei 10.267, de 30/10/2001

Com o intuito de estabelecer um padrão único de estruturação de dados geográficos a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) constituiu o Comitê Especializado para Estruturação da Mapoteca Nacional Digital (CEMND) que desenvolveu a Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV) para aplicação no Sistema Cartográfico Nacional (SCN) e na INDE (LUNARDI, 2006). Sobre a EDGV trataremos de forma detalhada em um capítulo específico.

Seguindo pela descrição dos componentes da INDE, a parte Institucional, segundo Warnest (2005), compreende as questões de política, legislação e coordenação do processo de implantação da IDE. O segmento Tecnologia descreve os meios físicos e de infraestrutura necessários para o estabelecimento da rede e dos mecanismos de informática que permitam: buscar, consultar, encontrar, acessar, prover e usar os dados geoespaciais. Teoricamente, ela auxilia na manutenção, processamento, disseminar e acesso aos dados espaciais (WILLIAMSON, RAJABIFARD; FEENEY, 2003).

2.1.2.2 Normas e Padrões

Diante da necessidade de definição de padrões e especificações técnicas que garantam o compartilhamento e interoperabilidade e disseminação dos dados geográficos gerados, a CONCAR constituiu a Subcomissão de Dados Espaciais e os Comitês Especializados a fim de se aprofundarem nas principais questões técnicas envolvidos no processo de implantação da INDE. O objetivo de criação desta subcomissão é subsidiar o processo de implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil (INDE, 2008). Abaixo estão citados alguns dos comitês criados:

a) Comitê Especializado da Mapoteca Nacional Digital (CMND), criado com o objetivo de elaborar a estrutura de dados geoespaciais vetoriais – EDGV;

b) Comitê Especializado de Estruturação de Metadados Geoespaciais (CEMG), criado com o objetivo de proposição de um perfil de metadados geoespaciais para o Brasil e cujo principal produto - o Perfil MGB (Metadados Geoespaciais do Brasil) - será levado à consulta pública em 2009, visando posterior homologação pela

CONCAR;

c) Comitê Especializado de Normas para o Mapeamento Cadastral (CNMC) criado em 2006, com o objetivo de propor as normas para o mapeamento cadastral;

d) Comitê de Planejamento da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (CINDE), constituído em dezembro de 2008 com o objetivo de elaborar o Plano de Ação para implantação da INDE.

A Mapoteca Nacional Digital (MND) é entendida como o conjunto de dados geoespaciais (vetoriais e matriciais) estruturados e vinculados aos seus metadados armazenados em repositórios centralizados. Nesse contexto, a MND é constituída dos dados referentes às informações geoespaciais produzidas por órgãos oficiais responsáveis pelo Sistema Cartográfico Nacional (SCN), nas escalas do mapeamento sistemática terrestre nas escalas 1:25.000 e menores. Os dados elaborados por terceiros, após serem submetidos à auditoria técnica por autoridade competente e se considerados compatíveis com os padrões estabelecidos também poderão ser incorporados à MND e conseqüentemente ao SCN.

Os dados de referência são a base para a produção de outras informações ou mesmo de outros dados de referência e, portanto, os critérios a serem adotados em relação aos mesmos devem ser os mais rigorosos possíveis, visando reduzir a propagação de erros aos produtos finais. A Tabela 4 apresenta os órgãos federais responsáveis pelo mapeamento topográfico e as especificações técnicas por eles criados a fim de garantir a compatibilidade e qualidade dos produtos produzidos ou avaliados.

Tabela 4: Especificações Técnicas definidas para o Mapeamento Topográfico

Dados Geoespaciais	Especificação Técnica	Situação / Instituição Executora
Cartografia Terrestre (Mapeamento Topográfico)	Dados matriciais, Escalas 1:250.000 e maiores	ET-PCDG (1) Em elaboração / DSG
	Dados vetoriais, escalas 1:250.000 e maiores	ET-EDGV (2) Elaborada /CONCAR - CEMND
		ET-ADGV (3) Elaborada / DSG
		ET-RDG (4) Em elaboração / DSG
		ET-CQPCDG (5) Em elaboração / DSG

Fonte: Adaptado do Plano de Implantação da INDE - 2008.

(1) Especificação Técnica que define os padrões dos produtos de conjuntos de dados geoespaciais do tipo carta matricial

(2) Especificação Técnica que define um modelo conceitual p/ dados vetoriais garantindo a

consistência lógica (supre consistência conceitual e os domínios Alfanuméricos)

(3) Especificação Técnica que define regras de aquisição da geometria dos dados garantindo a consistência lógica do atributo geometria e consistência topológica.

(4) Especificação Técnica que garante a consistência na representação das mesmas classes de objetos.

(5) Especificação Técnica que define os procedimentos para o controle de qualidade dos produtos de conjuntos de dados geoespaciais vetoriais)

A responsabilidade pela elaboração das especificações técnicas no processo de aquisição das informações cartográficas recai aos órgãos federais geradores de dados geoespaciais de referência. Esta medida visa garantir a qualidade dos dados produzidos no contexto nacional. O mesmo ocorre com os órgãos federais geradores de dados geoespaciais de referência nas escalas 1:10.000 e maiores. A tabela 5 apresenta os órgãos federais responsáveis pelo mapeamento cadastral e geográfico.

Tabela 5: Padrão definidos para o Mapeamento Cadastral e Geográfico

Dados Geoespaciais		Especificação que define o Padrão	Instituição Responsável	Situação /Instituição Executora
Cartografia Terrestre (Mapeamento Cadastral)	Dados matriciais, escalas 1:10.000 e maiores	Em elaboração (a)	CONCAR	NI
	Dados vetoriais, escalas 1:10.000 e maiores	Em elaboração (b)	CONCAR	NI
Cartografia Terrestre (Mapeamento Geográfico)	Dados vetoriais, escalas menores que 1:250.000	Mapa séries Brasil (c)	IBGE	Em atualização / IBGE
	Dados matriciais, escalas menores que 1:250.000	NI	IBGE	NI

Fonte: Adaptado do Plano de Implantação da INDE - 2008.

(NI) Padrões que não foram identificados

(a) Especificação Técnica que define os padrões dos produtos de conjuntos de dados geoespaciais do tipo planta cadastral matricial

(b) Especificação Técnica que define os padrões das plantas cadastrais vetoriais CONCAR

(c) Especificação Técnica que define um modelo de dados vetoriais para garantir a consistência lógica

As informações geográficas disseminadas na INDE por órgãos públicos federais, estaduais, distritais e municipais deverão ser livres e gratuitas para todos os usuários que se identifiquem via portal SIG Brasil, conforme o que estabelece o Art. 3º, § 2º do Decreto nº 6666/08. O objetivo desta filosofia, segundo a definição presente no Plano de Ação da INDE, é:

a) Maximizar a disponibilidade de informação do setor público para o seu

uso e reutilização enfatizando a transparência e boa governança;

- b) Fomentar o acesso e as condições de reuso da informação geográficas no setor público ampliando, desta forma, o acesso, a utilização, a integração e o seu compartilhamento;
- c) Melhorar o acesso à informação e divulgar seu conteúdo em formato eletrônico e pela Internet.

O principal objetivo com a implantação da INDE, segundo o que descreve seu plano de ação, é propiciar à população o acesso às informações geoespaciais produzidas no âmbito do Estado (INDE, 2008). Os benefícios com o sucesso da implantação desta infraestrutura, conforme segundo o Plano de Ação da INDE, são:

- a) Inclusão da sociedade na era da Informação, com o incremento do acesso público à aplicação da Geoinformação e, conseqüentemente, com a redução da distância entre cidadãos e o Estado/Governo;
- b) Busca de maior abertura, de transparência e de orçamento vinculado para uma política de informação geoespacial de modo a equilibrar aplicação de recursos e melhor usufruí-los;
- c) Efetividade e governabilidade: ampliação da capacidade de resposta do Governo com a inserção de análises geoespaciais na tomada de decisão;
- d) Servir de subsídio à crescente demanda da sociedade por políticas públicas elaboradas e implementadas tendo o território como um dos fatores de análise feita de forma sistemática e participativa;
- e) Manter o foco crescente no desenvolvimento sustentável, ampliando a participação social;
- f) Melhorias nas ações resultantes do planejamento de emergências e da segurança nacional;
- g) Reforço à integração Estado/Federação;
- h) Promover o uso da informação geográfica e de geotecnologias para a tomada de decisão nos processos sociais, ambientais e econômicos.

2.1.2.3 Plano de ação para implantação da INDE

Liderada pela CONCAR, a estratégia de implantação da INDE tem como objetivo realizar um escalonamento de metas de acordo com prioridades e objetivos definidos que devem ser alcançados ao longo de três ciclos de implantação. Eles

estão definidos nos seguintes prazos:

- a) Ciclo I: até 30 de dezembro de 2010
- b) Ciclo II: de 2011 a 2014
- c) Ciclo III: de 2015 a 2020

O objetivo do primeiro ciclo é de, até o final do prazo, todos os produtores de dados de referência federais da INDE tenham se tornado nós do DBDG e que tenham publicados todos seus dados e metadados geoespaciais para acesso dos membros do governo e pela sociedade através do Portal do SIG Brasil. Para o segundo ciclo a meta é de transformar a INDE na principal ferramenta de busca, exploração e acesso de dados e metadados geoespaciais do Brasil em suporte à formulação de políticas públicas na esfera do governo federal.

Ao final do terceiro ciclo almeja-se que a busca, exploração e acesso de dados e metadados geoespaciais sejam também a realidade para a sociedade para uso nas decisões do seu cotidiano inclusive incentivando sua participação voluntária e que sua repercussão ultrapasse os limites do território brasileiro e auxiliem nas decisões de projetos transnacionais.

2.1.3 Especificações técnicas definidas na INDE para processos cartográficos

2.1.3.1 Estruturação de Dados Geoespaciais e Vetoriais (EDGV)

O Comitê Especializado para a Estruturação da Mapoteca Nacional Digital (CEMND) tem entre outras atribuições a de elaborar as especificações técnica que definem um modelo conceitual para dados vetoriais (ET-EDGV) com o intuito de garantir a consistência lógica dos dados armazenados. A ET-EDGV foi modelada com técnicas de orientação ao objeto que armazena informações geográficas fruto da abstração dos objetos e fenômenos geográficos percebidas na escala 1:25.000 e menores. Neste modelo conceitual, as ocorrências de dados geoespaciais são representadas em classes de objetos de mesma natureza e funcionalidade. Estas classes foram agrupadas em categorias de informação cuja premissa básica para sua representação é o aspecto funcional comum. A Tabela 6 lista todas as categorias de informação contempladas pela EDGV.

Tabela 6: Categorias contempladas na EDGV

Categoria de Informação	O que contempla
Hidrografia	Categoria que representa o conjunto das águas interiores e oceânicas da superfície terrestre, bem como elementos, naturais ou artificiais, emersos ou submersos, contidos nesse ambiente.
Relevo	Categoria que representa a forma da superfície da Terra e do fundo das águas tratando, também, os materiais expostos, com exceção da cobertura vegetal.
Vegetação	Categoria que representa, em caráter geral, os diversos tipos de vegetação natural e cultivada.
Sistema de Transporte	Categoria que agrupa o conjunto de sistemas destinados ao transporte e deslocamento de carga e passageiros, bem como as estruturas de suporte ligadas a estas atividades.
Energia e Comunicações	Categoria que representa as estruturas associadas à geração, transmissão e distribuição de energia, bem como as de comunicação.
Abastecimento de Água e Saneamento Básico	Categoria que agrupa o conjunto de estruturas associadas à captação, ao armazenamento, ao tratamento e à distribuição de água, bem como as relativas ao saneamento básico.
Educação e Cultura	Categoria que representa as áreas e as edificações associadas à educação e ao esporte, à cultura e ao lazer
Estrutura Econômica	Categoria que representa as áreas e as edificações onde são realizadas atividades para produção de bens e serviços que, em geral, apresentam resultado econômico.
Localidade	Categoria que representa os diversos tipos de concentração de habitações humanas.
Pontos de Referência	Categoria que agrupa as classes de elementos que servem como referência a medições em relação a superfície da Terra ou de fenômenos naturais.
Limites	Categoria que representa os distintos níveis político-administrativos e as áreas especiais; áreas de planejamento operacional, áreas particulares (não classificadas nas demais categorias), bem como os elementos que delimitam materialmente estas linhas no terreno.
Administração Pública	Categoria que representa as áreas e as edificações onde são realizadas as atividades inerentes ao poder público.
Saúde e Serviço Social	Categoria que representa as áreas e as edificações relativas ao serviço social e à saúde.

Fonte: EDGV - Versão 2.01(2010)

Desta forma, cada categoria de informação contempla um diagrama de

classes. Existem três tipos de classes:

- a) Classes de Feições: Representam um objeto no espaço e possuem uma geometria associada do tipo ponto, linha ou área;
- b) Classes agregadoras: não possuem geometria apenas agregam classes que possuem geometria, complexo aeroportuário, por exemplo;
- c) Classes de Domínio: não possuem geometria nem tão pouco são elementos agregadores, simplesmente descrevem valores comuns entre as classes.

A adoção desta especificação permitirá a manutenção da integridade estrutural dos dados e, conseqüentemente, a interoperabilidade entre diferentes bases cartográficas implicando em significativa economia de tempo e otimização de recursos públicos e privados.

2.1.3.2 Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV)

Com a definição da Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (EDGV) pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) como uma das especificações essenciais da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), coube à Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) em vista de sua responsabilidade como órgão produtor de dados de referência a elaboração da especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais e vetoriais (ET-ADGV). A ET-ADGV que tem como objetivo regular e padronizar a aquisição das geometrias dos dados geoespaciais vetoriais nas diferentes escalas do mapeamento sistemático bem como os atributos correlacionados a elas. Esta especificação substitui e torna sem efeito o Manual Técnico T34-700, 1º parte, editado pela DSG e que regulava este assunto até então.

A ET-ADGV define que classes de objetos previstos na ET-EDGV que deverão ser adquiridos de acordo com sua representatividade em cada escala do mapeamento terrestre. Não sendo possível a aquisição em forma real, quando área e na respectiva escala, poderá ser adquirido como linha ou ponto. Para ser adquirido como linha este objeto deverá ser maior que $0,8 \text{ mm} \times \text{escala}$.

Na ADGV, alguns critérios ficam inerentes as regras acima citadas. A relevância da informação no produto final, por exemplo, é um critério importantíssimo e que deve ser observado. Uma pista de pouso em meio à floresta amazônica ou uma massa d'água em meio ao sertão mesmo que suas dimensões estejam abaixo daquelas estabelecidas para que seja adquirida mas que representa como a única

fonte de água naquela região deverão, nestes casos, ser representadas no processo de mapeamento(ET-ADGV, 2010).

2.1.3.3 Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais

Atendendo ao processo de implantação da INDE, coube a Diretoria de Serviço Geográfico a responsabilidade pela elaboração das novas Especificações Técnicas relativas aos Produtos dos Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-PCDG). Estas especificações ainda estão em fase de elaboração, mas têm como objetivo a definição de padrões de qualidade para cada tipo de produto cartográfico produzido. Esta especificação orienta como valores preliminares aqueles indicados em estudos teóricos (ARIZA, 2002) e aqueles obtidos na prática de serviços já realizados pela DSG.

O conjunto de valores preliminares para esses padrões é intitulado PAP-PCD (Padrão de Acurácia e Precisão para Produtos Cartográficos Digitais). Assim, para o enquadramento em uma das classes, noventa por cento (90%) dos pontos coletados no produto cartográfico, quando as suas coordenadas forem comparadas com as levantadas em campo, por método de alta precisão, deverão apresentar os valores de Erro Máximo (EM) iguais ou inferiores aos valores previstos na Tabelas 8 devendo ainda, apresentar os valores de Erro Médio Quadrático ou Desvio-Padrão (DP) também iguais ou inferiores aos previstos nas mesma tabela.

Tabela 7: Precisão e Acurácia da Planimetria de Produtos Cartográficos

PEC	PAP-PCD	1:25.000		1:50.000		1:100.000		1:250.00	
		EM	DP	EM	DP	EM	DP	EM	DP
-	A	6,25 m	3,75 m	12,5 m	7,5 m	25m	15 m	62,5m	37,5 m
A(1)	B	12,5 m	7,5 m	25 m	15 m	50m	30 m	125m	75 m
B(1)	C	20 m	12,5 m	40 m	25 m	80 m	50 m	200 m	125 m
C(1)	D	25 m	15 m	50 m	30 m	100 m	60 m	250 m	150 m

Fonte: ET-PCDG – Versão preliminar (2011)

(1) Baseado no Decreto nº 89817, de 20 de junho de 1984.

A especificação técnica ainda prevê que para situações em que o produto é convertido do meio analógico para o digital é desejável que esse processo mantenha o padrão original do PEC correspondente ao do PAP-PCD. Assim, por exemplo, se PEC = A, então após a conversão será PAP-PCD = B. No entanto, considerando que no processo de conversão podem ser agregados erros aos

produtos, é tolerada a redução em um nível na classificação, com exceção do PEC-C, como se segue:

Se PEC = A, então PAP-PCD = “B” ou “C”;

Se PEC = B, então PAP-PCD = “C” ou “D”; e

Se PEC = C, então PAP-PCD = “D”.

Para que um dado de referência seja considerado oficial ele deve ser avaliado pelo órgão competente da administração pública federal. Os valores ou os intervalos de valores que devem ser atingidos para que o dado tenha conformidade positiva estão expressos na Especificação Técnica para o Controle de Qualidade de Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-CQPCDG).

2.1.3.4 Controle de Qualidade de Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais

A Especificação Técnica para o Controle de Qualidade de Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais tem como objetivo avaliar a qualidade de um conjunto de dados a partir de alguns procedimentos que devem ser aplicados de maneira padronizada, consistente a partir de critérios claramente definidas. Esta análise permite que os produtores de dados possam expressar o quanto o seu produto atende os critérios estabelecidos na especificação de qualidade permitindo, desta forma, que os usuários finais conheçam a potencialidade que reúne aquelas informações. Na ET-CQPCDG além dos valores previstos para conformidade também são definidos os procedimentos para essa avaliação. Haja vista que a especificação do controle de qualidade ainda não está publicada oficialmente, este capítulo apenas citará quais são os elementos que devem ser avaliados para que o produto seja considerado um dado oficial de referência.

Os conceitos que envolvem a qualidade dos dados geoespaciais são explorados em normas ISO (*International Standard Organization*) especificamente as ISO 19113, ISO 19114 e ISO 19115. A qualidade de um conjunto de dados é descrita através de componentes qualitativos e quantitativos. Sumariamente, as normas ISO definem os seguintes elementos de qualidade:

- a) **Completude:** Todas as *features* (feições) existentes na área geográfica devem estar representadas no conjunto de dados chamados de *Dataset*. Qualquer omissão é considerada um erro.
- b) **Consistência lógica:** é o grau de adesão às regras lógicas da estrutura de dados, atributos e relações.

- c) Exatidão posicional: mede a diferença de coordenadas entre um ponto no *Dataset* e o seu ponto homólogo na área geográfica.
- d) Exatidão temporal: A ISO 19114 define a exatidão temporal como a exatidão dos atributos temporais e das relações temporais.
- e) Exatidão temática: A ISO 19114 classifica a exatidão temática como:
 - 1) exatidão dos atributos quantitativos;
 - 2) correção dos atributos não quantitativos e;
 - 3) correção da classificação das *features* e das suas relações;

A adoção desta especificação permitirá a manutenção da integridade estrutural dos dados e, conseqüentemente, a interoperabilidade dos mesmos.

2.1.3.5 Metadados Geoespaciais Brasileiros (ET-MGB)

Entre os diversos componentes estabelecidos pela INDE os metadados das informações geográficas são elementos centrais a dinâmica de todo este processo. A definição de metadados definida na Art. 2º do decreto Lei nº 6.666 de 27 de novembro de 2008 é:

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

Tendo em vista o grande número de instituições públicas envolvidas na produção e divulgação de dados geográficos além da aderência aos formatos e padrões comuns para garantir a interoperabilidade dos sistemas é necessário que se defina um padrão de metadados consolidado e estruturado para garantir, conforme a ISO 19115, o registro das seguintes informações:

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

A norma ISO 19115:2003 (*Geographic Information–Metadata*) especificada

pelo Comitê Técnico 211 (TC 211) da ISO faz parte de uma família de várias normas para informação geográfica que suporta o referenciamento espacial. Utiliza a modelagem *Unified Modelling Language* (UML) para representar suas seções, entidades e elementos de metadados. É uma norma muito ampla, possui cerca de 400 elementos, que permite definição de perfis e de extensões para campos específicos de aplicação. Atualmente, mostra-se ideal para uso nos departamentos e agências internacionais de produção de dados geoespaciais. Prova disto é que vem se consagrando como um padrão de fato servindo de base para a definição dos metadados geográficos das infraestruturas de dados espaciais (IDE) de vários países (Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (PMGB), 2009). A Tabela 8 enumera os elementos do PMGB incluindo a obrigatoriedade do seu preenchimento, conforme definido na norma ISO:

Tabela 8: Perfil de Metadados e aspectos de preenchimento

Entidade / Elemento	Preenchimento	Entidade / Elemento	Preenchimento
1 Título	Obrigatório	12 Extensão Geográfica	Condicional
2 Data	Obrigatório	13 Resolução Espacial	Opcional
3 Responsável	Obrigatório	14 Extensão Temporal e Altimétrica	Opcional
4 Idioma	Obrigatório	15 Tipo de Representação Espacial	Opcional
5 Categoria Temática	Obrigatório	16 Linhagem	Opcional
6 Resumo	Obrigatório	17 Acesso Online	Opcional
7 Formato de Distribuição	Obrigatório	18 Identificador de metadados	Opcional
8 Sistema de Referência	Obrigatório	19 Nome padrão de metadados	Opcional
9 Contato para metadados	Obrigatório	20 Versão da norma de metadados	Condicional
10 Data dos metadados	Obrigatório	21 Idioma de metadados	Condicional
11 Status	Obrigatório	22 Código de caracteres dos metadados	Condicional
		23 Cód. De Caracteres do CDG	Condicional

Fonte: Adaptado do Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil, 2009.

A ferramenta sugerida para documentação, edição e distribuição de

metadados, no caso da INDE, é o *GeoNetwork* (GEONETWORK, 2008).Dentre as principais características do *GeoNetwork* que justificam sua recomendação destacam-se:

- a) Livre e de código aberto;
- b) Mecanismos de busca avançados;
- c) Suporte nativo a padrões de Metadados Geoespaciais (MG) conhecidos (ex.: FGDC, ISO 19115);
- d) Edição de metadados baseada em perfis definidos de MG;
- e) Sincronização de metadados entre catálogos distribuídos;
- f)Interface com usuário em diversos idiomas;
- g) Controle de acesso;
- h) Gerenciamento de usuários e grupos de usuários;
- i)Uso de protocolos que permitem conexão com diversos produtos de MG.

2.1.4 Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais

2.1.4.1 Introdução

A definição de Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais (DBDG) que consta no Decreto nº 6.666/08 que cria a INDE é:

Sistema de servidores de dados, distribuídos na rede mundial de computadores, capaz de reunir eletronicamente produtores, gestores e usuários de dados geoespaciais, com vistas ao armazenamento, compartilhamento e acesso a esses dados e aos serviços relacionados.

O e-PING define ainda um conjunto de políticas gerais, Padrão de Metadados de Governo Eletrônico (e-PMG), que devem ser seguidas nas implementações dos segmentos específicos. São elas:

- a) Alinhamento com a Internet;
- b) Adoção do XML como padrão primário de intercâmbio;
- c) Adoção de navegadores (*browsers*) como principal meio de acesso;
- d) Adoção de metadados para os recursos de informação do governo;
- e) Desenvolvimento e adoção de um Padrão de Metadados do Governo Eletrônico;
- f) Desenvolvimento e manutenção da Lista de Assuntos do Governo;

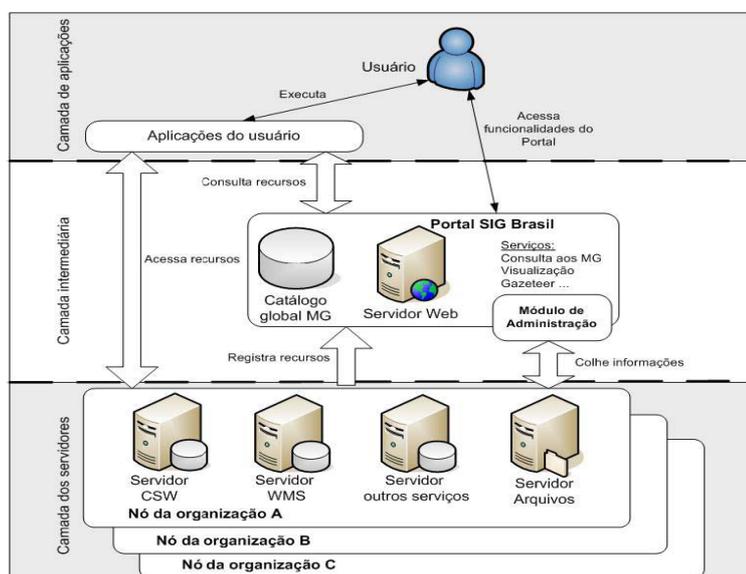
- g) Suporte de mercado para as soluções propostas;
- h) Escalabilidade e transparência;
- i) Adoção Preferencial de Padrões Abertos.

No caso de dados relativos à área de geoprocessamento, a e-PING define um conjunto de padrões abertos que devem ser utilizados. Esses padrões estão baseados principalmente nas definições da OGC (*Open Geospatial Consortium*). Alinhando-se a essas definições, o DBDG deve seguir as normas e políticas definidas pelo e-PING. Deve também prever soluções para a participação de instituições com diferentes níveis de capacidade tecnológica e privilegiando a integração de servidores por meio de *web services* (INDE, 2008)

2.1.4.2 Modelo conceitual do DBDG

O Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais será implementado segundo uma arquitetura multicamadas. São elas: a camada de aplicações, intermediária e de servidores. A Figura 2 apresenta um esquema geral do diagrama conceitual do DBDG.

Figura 2: Diagrama conceitual do DBDG



Fonte: Plano de implantação da INDE, 2008.

- a) Camada de Aplicação: composta por navegadores web ou por aplicações que situam no domínio do cliente. Tanto os navegadores quanto as aplicações poderão interagir com o DBDG via Portal SIG Brasil e estes somente servirão dados via *web services*. Como exemplos de camadas de aplicação podemos citar o Quantum Gis (QGIS), *ArcGis*, GoogleEarth, entre outros.

b) Camada Intermediária: assume diversas funções segundo o Plano de implantação de INDE:

- Registrar usuários;
- Controlar o acesso às informações nos catálogos globais;
- Processar as requisições geradas pela camada de aplicações;
- Agregar metadados dos catálogos dos servidores remotos;
- Possibilitar o acesso, de forma simples, aos recursos do DBDG;
- Prover funcionalidades para manutenção do DBDG;
- Manter registro de todos os servidores de dados geoespaciais integrantes do DBDG;
- Prover dados estatísticos sobre o funcionamento do DBDG que auxiliem uma escalabilidade mais eficaz da sua estrutura.

c) Camada de Servidores: é constituída de servidores de dados geoespaciais, servidores de *web services*, servidores de arquivos e servidor de metadados (CSW–*Catalog Service for Web*) sob responsabilidade das organizações produtoras de dados geoespaciais que integram o DBDG.

O plano de implantação da INDE recomenda que para softwares destinados as implementações de servidores de mapa e de metadados deverá ser compatível com os serviços especificados pelo OGC, a saber: WMS, WFS e CSW. Serviços adicionais que venham a ser oferecidos pela instituição deverão seguir, sempre que possível, as especificações OGC correspondentes. Deverão, preferencialmente, serem adotados softwares livres ou softwares de código aberto na composição dos servidores (INDE, 2008). A tabela 9 apresenta as recomendações previstas na INDE quanto à utilização dos softwares para compor o DBDG.

Tabela 9: Softwares recomendados para compor o DBDG

	Sistema Operacional	Sistema Gerenciador de Banco de Dados	Servidor HTTP	Servidor de Mapas (WMS)	Servidor de Metadados (CSW)
Portal SIG- Brasil	GNU Linux	PostgreSQL/PostGis*	Apache	Geoserver	Geonetwork
Nó de rede	GNU Linux	PostgreSQL/PostGis*	Apache	Geoserver	Geonetwork

Fonte: Plano de implantação da INDE, 2008.

* PostgreSQL com módulo espacial PostGIS

Para situações em que se optar por armazenamento de dados

geoespaciais em banco de dados, recomendasse os sistemas gerenciadores de bancos de dados que disponham de módulo espacial e permitam uma abordagem integrada para atributos alfanuméricos e atributos espaciais.

2.2 BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO

2.2.1 Introdução

Os *softwares* de SIG começaram a ser desenvolvidos nas décadas de 80 e 90 como simples sistemas autônomos. Eles não tinham a capacidade de compartilhar ou gerenciar dados de forma eficiente, isto porque foram construídos com centenas de funções e constituídos de pacotes genéricos, dificultando muito sua utilização por pessoas leigas (FERREIRA, 2003).

A partir da utilização de banco de dados geográficos, é possível construir aplicações para manipulação de dados espaciais de forma mais coesa e ainda usufruir das vantagens que possui um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Como, por exemplo, a persistência dos dados, integridade, segurança e um aumento da eficiência funcional e de pesquisa. Portanto, com o uso de um SGBD, as informações podem ser extraídas e alteradas de modo mais prático e eficaz (SILBERSCHATZ et al., 1999).

2.2.2 Sistema gerenciador de Banco de dados

Um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) é um software ou coleção de programas que auxiliam no gerenciamento do Banco de Dados (BD). Este gerenciamento envolve processos de criação, manutenção e uso das informações que estão armazenadas na base dados do servidor.

Basicamente, um SGBD é estruturado sobre três componentes:

- a) Uma linguagem de definição de dados: onde se especifica o conteúdo e a estrutura da base de dados;
- b) Uma linguagem de manipulação de dados: Utilizada para atualização e edição da base de dados armazenada;
- c) Um dicionário de dados: para representar uma coleção de metadados que contêm definições e representações dos elementos do BD.

2.2.3 PostgreSQL/PostGIS

O PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional (SGBDOR), baseado no POSTGRES Versão 4.2 desenvolvido pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade da Califórnia em Berkeley/Estados Unidos. O Postgres foi pioneiro em vários conceitos que somente se tornaram disponíveis muito mais tarde em alguns sistemas de banco de dados comerciais (POSTGIS, 2008).

O PostGIS é um módulo de extensão do Banco de Dados gratuito PostgreSQL. Ele adiciona "capacidades espaciais" ao PostgreSQL permitindo que esse se torne um repositório de dados para os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Isso ocorre nos mesmos moldes de soluções pagas como o SDE - *Spatial Database Engine* da ESRI®, na extensão *Spatial da Oracle*® e no *Spatial Extender do DB2* da IBM®.

No PostGIS estão inclusos todos os suportes para as funcionalidades e objetos definidos na especificação "*Simple Features for SQL*" (SFSQL) do padrão OpenGIS® da *Open Geospatial Consortium - OGC*. Nele são definidos funções que permitem consultas e manipulações de dados espaciais através de comandos SQL no PostgreSQL. A OGC define e orienta que o banco de dados deve possuir uma tabela para armazenar os dados espaciais, denominada GEOMETRY_COLUMNS e outra para carregar os identificadores numéricos e descrições textuais de sistemas de coordenadas, denominada SPATIAL_REF_SYS. (POSTGIS, 2008).

2.3 OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC)

2.3.1 Introdução

Em 1994 foi criado o consórcio internacional *Open Geospatial (Open Geospatial Consortium - OGC)*, denominado anteriormente de OpenGIS, cuja missão era de desenvolver especificações para interfaces espaciais que seriam disponibilizadas livremente para uso geral. A iniciativa nasceu com o intuito de garantir a interoperabilidade de softwares através da padronização das funções que tratam dados espaciais e, desta forma, permitir que todos os softwares de SIG troquem dados entre si (abrir, ler e salvar). Apesar de isso ser o ideal, o que pode ser

visto é que alguns fabricantes procuram criar seus próprios formatos e padrões de dados dificultando assim a troca de informações entre os diferentes SIG e aprisionando o usuário dentro de formatos proprietários.

Além de garantir interoperabilidade, outro fator interessante dos padrões OpenGIS é que ao se trabalhar com estes formatos livres (sem *copyright* ou patentes) o usuário torna-se independente do software, garantindo assim uma vida útil longa para os seus projetos. Atualmente os sistemas proprietários também implementam alguns padrões OGC, porém, são os softwares livres que aderem mais rapidamente ao OpenGIS, tornando a escolha pelos softwares livres a escolha ideal para criar uma arquitetura seguindo os padrões abertos OGC.

A OGC foi criada com o intuito de padronizar e investir no desenvolvimento de padrões e softwares abertos. Objetivando a interoperabilidade, foram definidos diversos serviços *web* para os dados geográficos. Os principais deles serão apresentados na seqüência.

2.3.2 Principais geosserviços da *Open Geospatial Consortium*

2.3.2.1 *Web Map Service* (WMS)

O serviço de mapas (WMS) é o serviço mais prático da OGC. Ele é utilizado para apresentar informações geográficas guardadas em diversas tecnologias através de uma imagem georreferenciadas. Através do WMS é possível apresentar vetores e matrizes em uma única representação. No caso dos vetores os servidores de mapas se encarregam de simbolizá-los antes de gerar a imagem georreferenciada. Portanto o usuário recebe um mapa pronto, em escala e com as simbologias necessárias para a compreensão.

O papel básico do servidor de mapas é acessar os dados, simbolizá-los e colocá-los no padrão WMS para remeter ao usuário. Estas configurações são definidas pelo usuário no momento em que se está criando um mapa novo.

Em vista de sua praticidade, este é o principal serviço para disseminação de dados geográficos. Ele é o responsável por quase toda a visualização de mapas que seguem os padrões OGC. Principais tópicos do WMS:

- Os dados são servidos simbolizados;

- É enviada uma imagem georreferenciada para o cliente;
- Não permite acesso às geometrias das feições;
- Pode permitir acesso aos atributos das feições;
- Para cada *Zoom* ou *Pan* uma nova solicitação é feita;
- É o serviço mais utilizado para disseminar mapas na web.

2.3.2.2 *Web Feature Service (WFS)*

O serviço de feições (WFS) é o responsável por padronizar as solicitações de feições de um banco. Não importando a tecnologia utilizada para implementar o serviço, qualquer cliente pode acessar os dados geoespaciais vetoriais. Por repassar a feição completa, é um serviço que permite ao cliente simbolizar, processar e analisar o banco de dados de maneira personalizada.

O servidor de mapas se encarrega de conectar aos bancos de dados onde as informações estão armazenadas, colocá-las no padrão GML do WFS e remetê-las à aplicação cliente. Dessa forma, o que o cliente recebe é um extrato do banco de dados, exatamente como ele estava no servidor.

É importante destacar que, por estar remetendo o banco completo, não é um serviço indicado para uso ostensivo. Repassar todo o banco de dados pode não ser interessante para a instituição com limitações de política de disseminação e capacidade do servidor. Principais características do serviço:

- Os dados são remetidos em GML (arquivo vetorial);
- Permite acesso de leitura a todo o banco de dados;
- Análises de geoprocessamento.

2.3.2.3 *Catalog Service Web (CSW)*

O serviço de catálogo é fundamental para a criação de uma Infraestrutura Nacional de Dados. No Brasil, o principal servidor que o implementa é o portal da INDE disponível em: <http://www.inde.gov.br>. O servidor da INDE, por sua vez, é alimentado por servidores de diversas instituições de mapeamento como DSG, CPRM, ICA, entre outras. O objetivo deste serviço é guardar os metadados de produtos geoespaciais. Ao terminar um produto, por exemplo, a instituição produtora deve gerar um arquivo de metadados que descreva os responsáveis, o processo de produção, a disponibilidade, as especificações para uso e a qualidade do produto. Este arquivo de

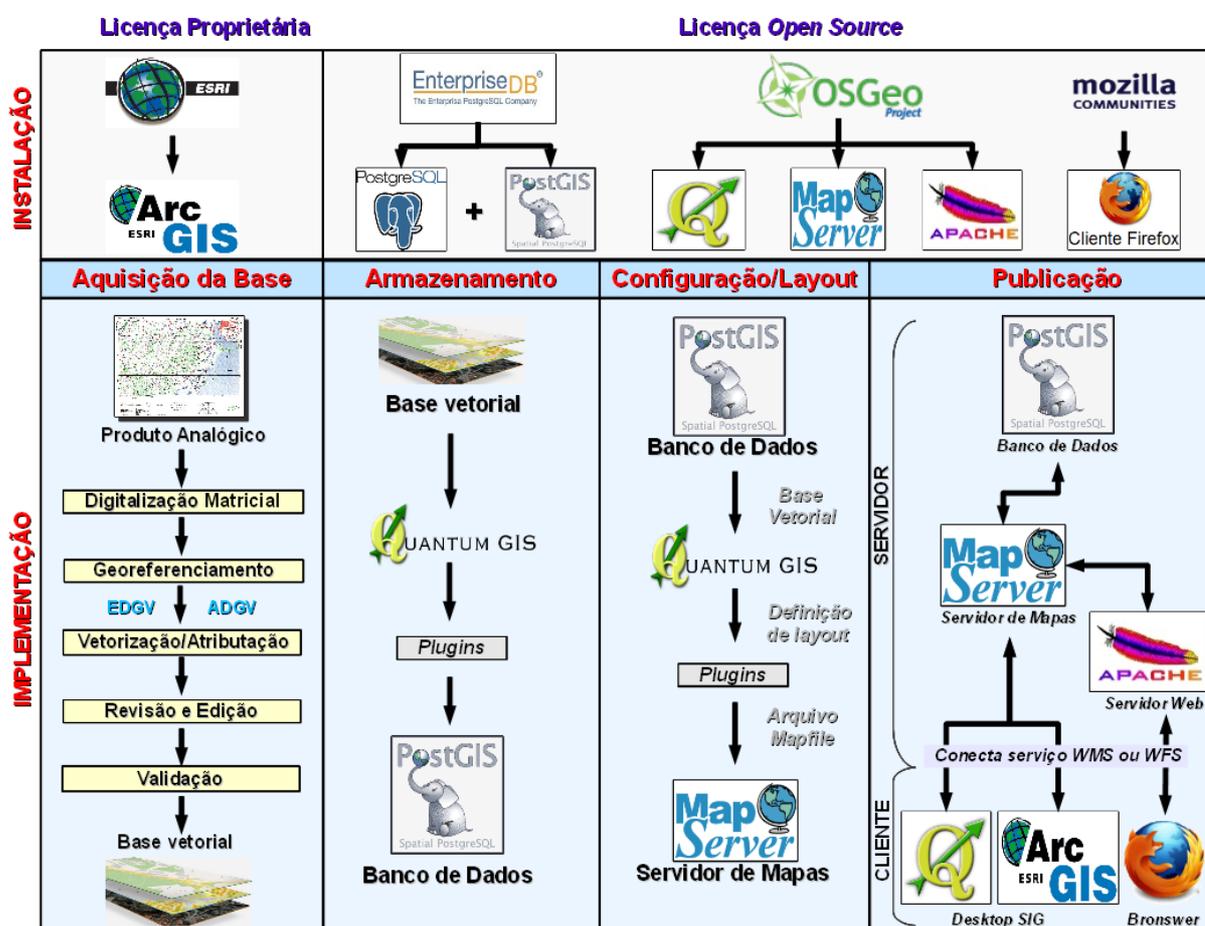
metadados fica guardado em um servidor que, quando solicitado, responde quais produtos existem atendendo aos critérios que o cliente estipulou. Além de informações como título, organização produtora e ano de produção, pode-se solicitar por região geográfica, facilitando a organização espacial dos produtos.

De posse dos conceitos analisados neste capítulo, trataremos, a partir de agora, de uma implementação baseada nas normas e padrões estabelecidos pela INDE almejando, desta forma, a aplicação dos conceitos ora analisados. Esta solução envolve o processo de aquisição da informação cartográfica, seu tratamento, armazenamento e disseminação em diferentes aplicativos.

3 METODOLOGIA

Analisados os aspectos da legislação brasileira que tratam dos padrões de interoperabilidade entre sistemas (e-PING) e as especificações técnicas para aquisição, estruturação, armazenamento e disseminação dos dados cartográficos estabelecidos no plano de INDE, desenvolveremos, neste capítulo, a aplicação prática dos conceitos analisados. Este capítulo foi dividido em cinco etapas distintas. A primeira etapa trata da instalação dos softwares que serão utilizados ao longo do trabalho. A segunda parte trata do processo de aquisição da base cartográfica que será publicada no último processo. A terceira etapa trata do armazenamento da base vetorial no banco de dados geográfico. A quarta parte trata da representação dos dados cartográficos e as configurações do servidor de mapa. A quinta e última etapa trata da publicação dos dados adquiridos no primeiro processo. As particularidades de cada etapa serão tratadas ao longo do capítulo. A Figura 3 apresenta um esquema geral da solução adotada.

Figura 3: Esquema geral da solução adotada



Para atingir o objetivo proposto neste trabalho, realizou-se um planejamento prévio com metas a serem cumpridas ao longo do semestre. A Tabela 10 mostra o plano básico de execução das atividades.

Tabela 10: Plano de execução do trabalho

	Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho					
	Semana	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	
Introdução e Revisão Bibliográfica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
Aquisição dos Insumos			x	x	x	x	x															
Implementação								x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Resultados e Conclusões															x	x	x	x				
Revisão e Formatação																	x	x				
Apresentação																					x	x

3.1 INSTALAÇÃO DOS SOFTWARES

3.1.1 ArcGIS

Para o processo de aquisição da informação optou-se pela utilização do software da ArcGIS 9.3 - ESRI em virtude de seu módulo específico disponível para o processo de vetorização semi-automática. Muito embora este processo possa ser desempenhado pelo *software* Quantum GIS que apresenta licença *open source* optou-se pela utilização do ArcGis pela agilidade que o módulo apresenta para este fim.

3.1.2 Banco de Dados Geográfico

Atendendo as recomendações do Plano de implantação da INDE quanto aos requisitos para o banco de dados geográficos realizou-se o download e a instalação e configuração do Banco de Dados PostGreSQL com extensão espacial PostGIS ambos disponíveis em <http://www.postgresql.org/download>. O processo de instalação ocorre de maneira intuitiva e pode ainda ser apoiado por um tutorial disponível no mesmo endereço.

3.1.3 Quantum GIS

Para a implementação dos serviços *web* propostos por este trabalho, é necessário que se faça uso de uma ferramenta de interface dos dados com o usuário. Optou-se pelo Quantum GIS (QGIS), software de código aberto (*open source*) voltado à Sistemas de Informações Geográficas(SIG). A instalação do aplicativo foi orientada pelo pacote *OSGeo4W*. O *OSGeo4W* é uma distribuição binária de um amplo conjunto de software geoespacial *open source* para ambientes de Win32 (Windows XP, Vista, etc). Estão inclusas no pacote as bibliotecas GDAL / OGR, aplicativos como o GRASS, MapServer, OpenEV, uDig, QGIS, assim como muitos outros pacotes (mais de 150).

A grande vantagem do software de código aberto se deve ao fato de permitir a seus usuários as implementações de suas próprias soluções. No QGIS, estas soluções específicas normalmente são disponibilizadas em repositórios e que são disponibilizados para a comunidade de usuários de forma gratuita. Estas ferramentas são incorporadas ao programa através de *plugins* (programa de computador usado para adicionar funções).

3.1.4 Servidores Web e Servidor de Mapas

O Plano de implantação da INDE recomenda o servidor HTTP *Apache* como para servidor web e o *Geoserver* como servidor de mapas. O *Apache* é um consolidado servidor *web* livre utilizado em boa parte dos servidores ativos no mundo. Possui suporte a diversos recursos sendo alguns deles nativos outros que dependem de componentes extras, como Perl e PHP-MapScrit.

Apesar de a INDE adotar o *Geoserver* como servidor de mapas oficial, neste trabalho optou-se pela utilização do *Mapserver* uma vez que este apresenta as mesmas funções do *Geoserver* com a vantagem de ter um *plugin* implementado do QGIS especialmente com este vínculo. Ambos atendem a filosofia *open source*.

O *Mapserver* se destaca como excelente ferramenta para a publicação de dados espaciais e aplicações *WEB*. As suas principais características são:

- a) Possibilidade de correr em distintos sistemas operativos (Linux, Solaris, Windows, Mac OS X)
- b) Suporte a múltiplos formatos de dados raster e vetorial
- c) Suporte à *Web Services* (OGC)

- d) Servidor WMS
- e) Servidor WFS
- f) Servidor WCS
- g) Suporte a projeções em tempo real por intermédio da biblioteca proj4.
- h) Interfaces de ambientes de desenvolvimento e suporte para linguagens de *script* (PHP, *Python*, Perl, Ruby, Java e .NET)

A instalação do *Apache* e do *Mapserver* foi orientada pelo pacote OSGeo4W.

3.1.5 Navegador de Internet

O navegador *Mozilla* é uma suíte de aplicativos para Internet, livre, multiplataforma, cujos componentes incluem um navegador, um cliente de correio eletrônico, um editor HTML e um cliente de *chat* IRC. O projeto foi iniciado pela *Netscape Communications Corporation*, e passou a ser desenvolvido pela Fundação Mozilla (*Mozilla Foundation*). O *download* desse software foi realizado do sítio da Fundação Mozilla. Neste trabalho o navegador web será utilizado como meio de acesso para o usuário aos dados armazenados no banco de dados do servidor remoto.

3.2 AQUISIÇÃO DA BASE

3.2.1 Digitalização do Original Cartográfico

A digitalização do original cartográfico tem por finalidade criar arquivos digitais do material impresso (carta topográfica). Após serem georreferenciados estes arquivos servem de base para a vetorização da carta digital.

A operação de digitalização foi realizada utilizando-se um equipamento de digitalização matricial (*scanner*), para formato A0, que possibilitou o uso de resolução óptica de 600 dpi (*dots per inch*). Utilizou-se para tal, um scanner *Contex CRYSTAL G600*, que opera com o programa *WIDEimage*. O produto digitalizado foi carta topográfica na escala 1:250.000 de nome Porto Alegre, MIR- 541, que abrange parte da cidade de Porto Alegre e região metropolitana. Esta carta foi produzida e editada em 1981 pela Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) do Exército.

3.2.2 Georreferenciamento

O georreferenciamento da carta topográfica foi realizada com o ArcGis 9.3, utilizando como pontos de controle os cruzamentos da malha de coordenadas UTM. Portanto, cento e cinquenta e quatro pontos serviram de base para o georreferenciamento na base matricial. O erro médio quadrático (*Total RMS Error*) para deste procedimento foi inferior a 0,3mm x escala da carta, o que atende as recomendações estabelecidas para este processo de aquisição. Como se trata de uma carta topográfica na escala 1:250.000, o RMS não poderia exceder setenta e cinco metros. A transformação utilizada foi de Polinômio de Terceira Ordem e os sistemas de projeção e de coordenadas foram mantidos conforme os da carta original da carta.

3.2.3 Vetorização e Atribuição

O processo de vetorização consiste em adquirir a informação vetorial a partir de um produto matricial (carta topográfica escaneizada). Para este processo utilizou-se o *ArcScan*, módulo da plataforma *Esri ArcGis* com vetorização semi-automática. A informação foi armazenada em uma banco de dados de formato ArcGIS- geodatabase.

Para garantir a qualidade das informações produzidas a aquisição dos atributos e das geometrias dos objetos obedeceu as recomendações estabelecidas pela Especificação Técnica de Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV). Os dados foram armazenados segundo a estrutura estabelecida pela Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV). A ET-ADGV possui informações que orientam o vetorizador quanto aos critérios de aquisição das informações e como devem ser construídas as geometrias em cada escala dentro de cada classe. A ET-EDGV, por sua vez, mostra como são organizadas as classes, os atributos, relacionamentos e domínios.

As classes foram atribuídas e armazenadas no formato ArcGIS-geodatabase e posteriormente convertidas para o formato *shapefile*.

3.2.4 Validação

De maneira geral, a validação destina-se a encontrar e eliminar erros de

construção das geometrias decorrentes do processo de aquisição vetorial ou erros por violação das regras de integridade espacial implementadas no banco de dados. Surge a necessidade da utilização de ferramentas de análise topológica. Os erros podem estar associados a linhas (linhas sobrepostas, erros de interseção, etc), a áreas (áreas com sobreposição) e a pontos (pontos perdidos no desenho), dentre outros.

Deve-se ressaltar que nem todos os erros apresentados pelo programa são erros de fato daí a necessidade da validação ser acompanhada pelo operador, erro a erro, e revisada de forma global, ou seja, uma revisão completa (vetorização e validação).

3.2.5 Revisão e Edição

A revisão visa detectar erros ocorridos no processo de aquisição. Estes erros ou omissões podem advir das diferentes fases de trabalho e devem ser corrigidos priorizando as características visuais apresentadas pelas diversas feições geográficas previstas na EDGV.

A edição gráfica consiste na confecção da arte final do documento cartográfico. Cada tipo de documento possui suas especificações técnicas, onde são descritas os detalhes de sua confecção desde a aquisição até a arte final. As normas diretamente envolvidas com esta etapa são as ET-EDGV, ET-ADGV e ET-PCDG.

3.3 ARMAZENAMENTO DA BASE VETORIAL NO BANCO DE DADOS

Depois de adquirida, editada e validada, as informações foram convertidas para o formato *shapefile* e, em seguida, carregadas no QGIS. O armazenamento da base vetorial no banco de dados foi realizado com auxílio do *plugin* disponível no QGIS.

Os objetivos do armazenamento dos dados em um banco de dados são:

- Isolar o usuário dos detalhes mais internos dos dados (abstração dos dados);
- Prover a independência de dados às aplicações (estrutura física de armazenamento e à estratégia de acesso)

As principais vantagens com este armazenamento centralizado são:

- Rapidez na manipulação e acesso a informação;
- Disponibilização da informação de forma rápida e ágil;
- Compartilhamento de dados em diferentes instâncias;
- Controle das informações físicas distribuídas;
- Redução de redundância e de inconsistência e versionamento de informações;
- Aplicação de restrição de segurança;
- Redução dos problemas de integridade do dado;

Nesta aplicação o armazenamento do dado no BD é fundamental, uma vez que ele representa o repositório de informações que será acessado do servidor de mapas.

3.4 REPRESENTAÇÃO DOS DADOS E CONFIGURAÇÃO DO SERVIDOR

A conexão ao banco de dados no QGIS é simples e intuitiva, e é feita a partir das ferramentas disponíveis para esta função no programa. Depois de carregadas as camadas é possível definir a simbologia para a representação de cada feição dentro de um determinado projeto. As particularidades de cada representação ficam armazenadas no arquivo de projeto do QGIS de modo que cada usuário pode definir a forma de visualização cartográfica específica para um determinado dados. O projeto do QGIS que contém as representações foi armazenado dentro da estrutura do Apache, na pasta de publicação de servidor *web* (*htdocs*). A cada solicitação do servidor de mapas é através das informações armazenadas no arquivo *mapfile* que *mapserver* realiza a conexão, o carregamento e a representação dos arquivos vetoriais. Em resposta a solicitação, o *Mapserver*, fornece um mapa pronto e simbolizado dos vetores ou imagens daquela área geográfica armazenada no banco de dados.

3.5 PUBLICAÇÃO

Definida a representação dos dados a etapa seguinte é a exportação desta representação para o *Mapserver*. O arquivo gerado neste processo possui extensão *mapfile* (*".map"*) e fica disponível na pasta de publicação do servidor *web*. O arquivo *mapfile* contém todas as configurações que abasteceram o projeto QGIS citado, ou seja, todas as definições de representação e de acesso aos dados armazenados no

BD. A seguir são apresentados alguns extratos do arquivo *mapfile* para exemplificar as informações armazenadas referentes à publicação, ao armazenamento, ao acesso e à representação dos dados. A exportação dos dados para o *Mapserver* foi feita utilizando o *plugin* disponível no QGIS para este fim.

a) Definições de publicação:

```

WEB
    # Set IMAGEPATH to the path where MapServer should
    # write its output.
IMAGEPATH 'C:/OSGeo4W/apache/htdocs/temp'
    # Set IMAGEURL to the url that points to IMAGEPATH
    # as defined in your web server configuration
IMAGEURL '/tmp/'
    # WMS server settings
METADATA
    'ows_title'      'QGIS-MAP'
'    ows_onlineresource"http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe?
map=C:/OSGeo4W/apache/htdocs/maps/wms_or_wfs.map'
    'ows_srs'       'EPSG:29192'
END

```

b) Definições de armazenamento, acesso e representação:

```

LAYER
    NAME 'VEG_Campo_A'
    TYPE POLYGON
    DUMP true
    TEMPLATE fooOnlyForWMSGetFeatureInfo
    EXTENT 328569.153645 6566870.967758 516360.524655 6683941.370543
    CONNECTIONTYPE postgis
    CONNECTION "dbname='wms_or_wfs' host=localhost port=5432 user='XXXXX' password='XXXXX'
sslmode=disable"
    DATA 'geom FROM "VEG_Campo_A" USING UNIQUE geodb_oid USING srid=29192'
    METADATA
    'ows_title' 'VEG_Campo_A'
    'gml_include_items' 'all'
    END
    STATUS OFF
    TRANSPARENCY 50
    PROJECTION
    'proj=utm'
    'zone=22'
    'south'
    'ellps=aust_SA'
    'units=m'
    'no_defs'
    END
    CLASS
    NAME 'VEG_Campo_A'
    STYLE
    WIDTH 0.91
    OUTLINECOLOR 0 0 0
    COLOR 255 255 169
    END
    END
END

```

4 RESULTADOS

No capítulo anterior foram apresentados os métodos e as tecnologias envolvidas no processo de aquisição da base vetorial, no armazenamento das informações no banco de dados e na publicação dos dados cartográficos. Ao final de cada etapa ao longo da metodologia adotada foram gerados resultados parciais e de fundamental importância para atingir o objetivo principal. Neste capítulo serão apresentados os resultados parciais obtidos e, por fim, o resultado final onde os dados publicados poderão ser acessados de diferentes plataformas de acesso. Serão ilustrados, através de exemplos, a utilização dos serviços implementados em uma aplicações que demonstram a utilização dos serviços voltado a clientes que utilizam plataformas distintas para acesso a base de dados. Este acesso será feito utilizando através de aplicativos *desktop SIG* desenvolvidos em plataforma proprietária (ArcGis) e *open source*(QGIS) para o acesso à informação e, nos exemplos seguintes, apresenta-se o serviço disponibilizado em um navegador *web* como forma de acesso aos dados georreferenciados.

O processo que envolveu a aquisição da base vetorial teve como referência a especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais e vetoriais (ET-ADGV). As informações geográficas adquiridas foram armazenadas dentro da estrutura definida pelo modelo da EDGV onde estão contempladas todas as classes de feições percebidas na escala 1:25.000 e menores do território nacional. Desta forma, as feições representadas na carta topográfica envolvida no trabalho preencheram parte das classes previstas. A tabela 11 mostra as feições armazenadas no processo de aquisição da base vetorial.

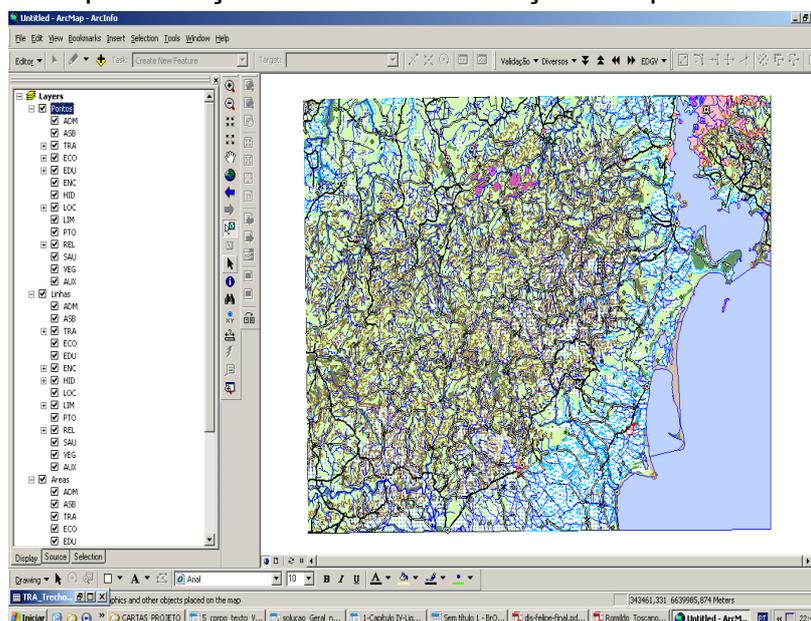
Tabela 11: Classes da EDGV preenchidas na aquisição

Geometria do tipo PONTO	Geometria do tipo LINHA	Geometria do tipo ÁREA
TRA_Ponte_P	TRA_Trecho_Rodoviario_L	HID_Trecho_Massa_Dagua_A
TRA_Pista_Ponto_Pouso_P	TRA_Travessia_L	HID_Ilha_A
ECO_Edif_Agropec_Ext_Veg_Pesca_P	TRA_Ponte_L	HID_Terrreno_Suj_Inundacao_A
ECO_Ext_Mineral_P	ENC_Trecho_Energia_L	HID_Area_Umida_A
EDU_Edif_Const_Lazer_P	ENC_Trecho_Comunic_L	HID_Massa_Dagua_A

Geometria do tipo PONTO	Geometria do tipo LINHA	Geometria do tipo ÁREA
EDU_Edif_Ensino_P	HID_Barragem_L	LOC_Area_Edificada_A
EDU_Edif_Religiosa_P	HID_Trecho_Drenagem_L	LIM_Pais_A
LOC_Cidade_P	LIM_Delimitacao_Fisica_L	LIM_Unidade_Federacao_A
LOC_Aglomerado_Rural_P	REL_Curva_Nivel_L	REL_Rocha_A
LOC_Edif_Habitacional_P		REL_Terreno_Exposto_A
LOC_Nome_Local_P		VEG_Veg_Cultivada_A
LOC_Vila_P		VEG_Campo_A
REL_Ponto_Cotado_Altimetrico_P		VEG_Vegetacao_A
REL_Elemento_Fisiografico_Natural_P		AUX_Moldura

Adquiridas as geometrias o processo seguinte envolveu a Validação e a Edição dos vetoriais que tem como objetivo encontrar e eliminar erros de construção e de representação das geometrias, respectivamente. A Figura 4 mostra a representação no ambiente do ArcGis do conjunto de feições adquiridas na etapa que envolveu a aquisição da base vetorial.

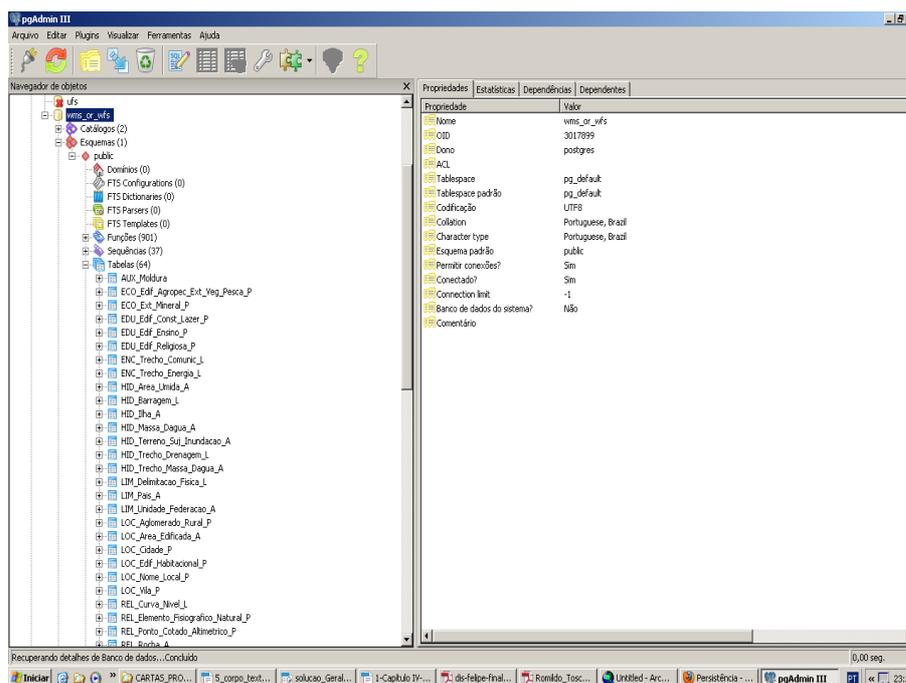
Figura 4: Representação das classes de feições adquiridas na vetorização



Concluído o processo de aquisição da base, a etapa seguinte envolveu a transferência dos dados vetoriais para o Banco de Dados. A partir da utilização de banco de dados geográficos é possível construir aplicações para manipulação de dados espaciais de forma mais consistente e ainda usufruir das vantagens que possui um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Portanto, com o uso de um SGBD, as informações podem ser extraídas e alteradas de modo mais prático e eficaz (SILBERSCHATZ et al., 1999).

O Banco de Dados Geográficos utilizado neste trabalho seguiu a recomendação do Plano de implantação da INDE que prevê o PostGIS como banco de dados oficial. A importação das informações geográficas para o banco de dados foi realizada com o auxílio da ferramenta disponível no QGIS. A Figura 5 apresenta uma visão do banco de dados com os vetores carregados.

Figura 5: Visão do Banco de Dados carregado



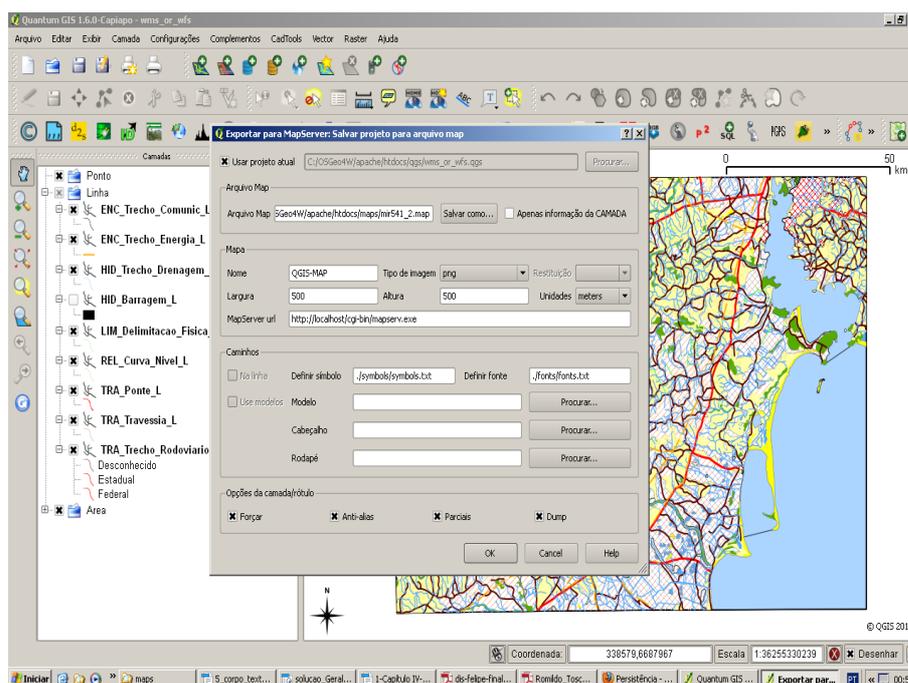
O grande desafio do intercâmbio de dados é enfrentar a diversidade de modelos conceituais dos SIG disponíveis no mercado. Esta diversidade faz com que muitas organizações produtoras de informação georreferenciada sigam as regras no nível sintático (formato dos dados) e semântico (organização das informações) dos sistemas utilizados por elas. O resultado é um ambiente heterogêneo, onde cada organização tem sua maneira de organizar a informação espacial, o que muitas vezes incompatibiliza o intercâmbio de dados (CASANOVA et. al., 2005). É neste

contexto, que a estrutura da EDGV se apresenta como grande inovação uma vez que busca a padronização da organização dos dados geográficos.

Wegner (1996) define interoperabilidade como sendo a habilidade de dois ou mais componentes de *software* se cooperarem a despeito de suas diferenças de linguagens, interface e plataforma de execução. Desta forma, o PostGIS se apresenta como uma excelente opção quando se pretende configurar um servidor *Web* interoperável que permita o acesso a partir de diferentes plataforma de execução atendendo plenamente as especificações previstas na OGC.

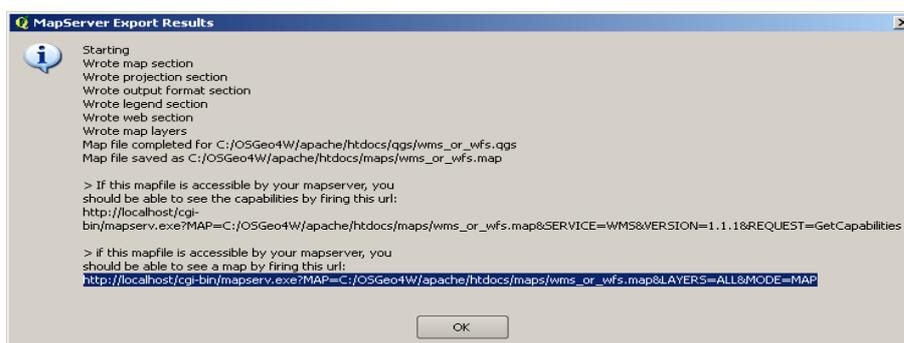
A definição das características de representação das informações armazenadas foi realizada no ambiente do QGIS pelo fato de que este software atende perfeitamente ao requisito que se refere à interoperabilidade com o banco de dados e possui um *plugin* dedicado a exportação ao Mapserver que permite a realização da configuração do servidor de mapas de maneira versátil. As feições armazenadas no banco de dados PostGIS foram carregadas no ambiente QGIS e para cada uma delas foi definida um tipo distinto de representação. Terminado este procedimento o projeto do QGIS foi salvo no ambiente público do servidor web (Apache) e em seguida, exportado para o Mapserver(criação do arquivo *mapfile*). A Figura 6 mostra na tela maior ao fundo, as geometrias do banco de dados carregadas QGIS e, na menor à frente, a tela de exportação para o Mapserver.

Figura 6: Exportando para o Mapserver



Como resultado da exportação é apresentada uma janela que contém o um conjunto de informações e entre elas está o endereço URL de acesso ao arquivo do *mapfile*. Nas solicitações dos serviços WMS e WFS dos exemplos que serão apresentados, este endereço será utilizado como referência no campo da URL. A Figura 7 apresenta a janela que contém o resultado da exportação e, em destaque, o endereço URL comentado anteriormente.

Figura 7: Resultado da Exportação



Concluído o processo de aquisição da base, de armazenamento dos vetores no BD e de definição das características de representação das informações armazenadas, o usuário pode acessar a informação a partir de diferentes plataformas e sistemas. Casanova et al. (2005), define interoperabilidade como a capacidade de compartilhar e trocar informações e processos entre diferentes usuários de informação. Rocha (2000) afirma que, embora existam definições com abordagens distintas para interoperabilidade, elas não se contradizem, pelo contrário, complementam-se. Umas enfocam os componentes de *software* de natureza diferente e provavelmente sobre plataformas distintas. Outras enfatizam a funcionalidade (troca de serviços e informações) não se preocupando com os detalhes de heterogeneidade desses sistemas.

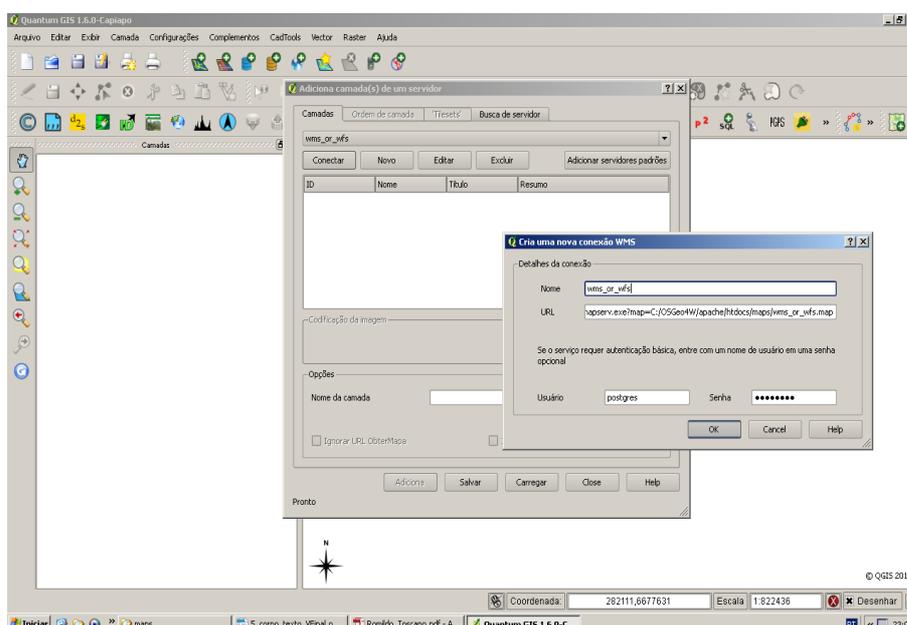
Atendendo a proposta deste trabalho que prevê uma abordagem nos padrões de interoperabilidade entre sistemas e os serviços *web* voltados a disseminação de dados espaciais previstos e documentados pela INDE, serão apresentados, a seguir, exemplos que demonstram a utilização dos serviços em diferentes plataformas para visualização de dados georreferenciados para clientes *desktop* SIG como o ArcGis e QGIS permitindo ainda que o clientes acesse os dados cartográficos por meio de um navegador de internet.

4.1.1 Solicitação de serviços WMS e WFS em ambiente QGIS

Um *Web Map Service* (WMS) produz mapas de dados dinâmicos referenciados espacialmente a partir de informações geográficas. Neste padrão da OGC um mapa definido por um SIG aparece como uma imagem digital, representado através de um arquivo adequado para exibição em uma tela de computador. Assim, os mapas produzidos por meio do WMS são geralmente apresentados em um formato de figura como PNG, GIF ou JPEG, ou ocasionalmente como base de elementos gráficos vetoriais em *Scalable Vector Graphics* (SVG) (BEAUJARDIERE, 2006).

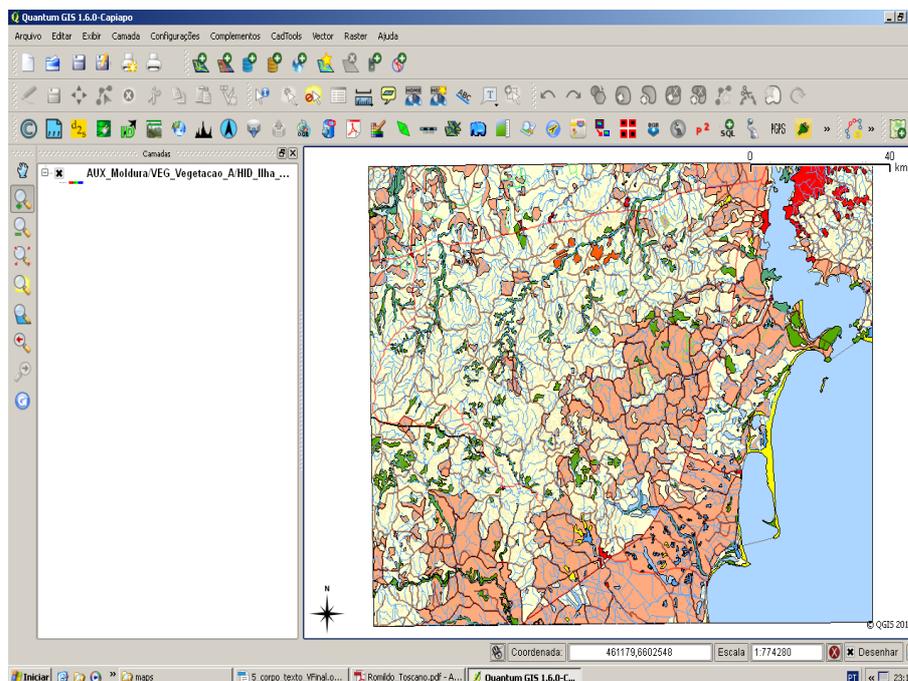
Para adicionar um serviço WMS no QGIS deve-se utilizar o endereço da URL disponibilizada na ocasião da exportação para o *Mapserver*. Este endereço deverá ser informado sempre que se faça um requisição do serviço ao *mapserver*. No caso do QGIS, a ferramenta *Adicionar camada do tipo WMS* permite adicionar o serviço WMS. A Figura 8 ilustra as janelas que contém a ferramenta *Adicionar camada WMS* por onde é feita requisição WMS ao servidor e a tela de configuração, onde se destaca a identificação da conexão utilizada e os parâmetros para a conexão. Para isso basta inserir o endereço (URL) obtido no processo de exportação ao *Mapserver*, o usuário e senha de acesso ao banco de dados. É possível obter, a partir destas configurações, uma lista com todas as camadas WMS que estão disponíveis no servidor.

Figura 8: Requisição de WMS no QGIS



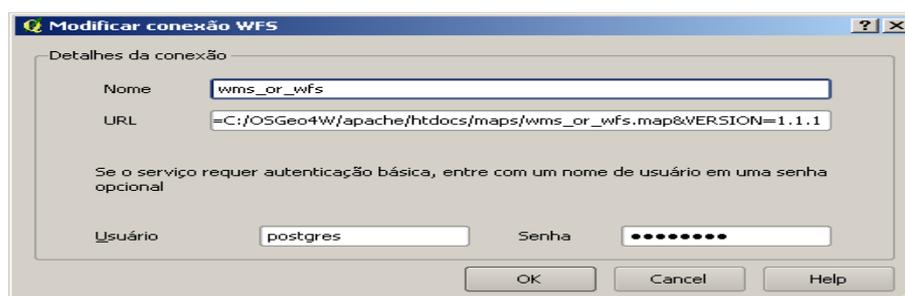
A Figura 9 apresenta o resultado da adição das camadas WMS disponíveis para a área em questão. Se utilizada a ferramenta de informação poderão ser observadas informações relativas ao tipo de serviço e alguns parâmetros por ele adotado.

Figura 9: Serviço WMS no QGIS



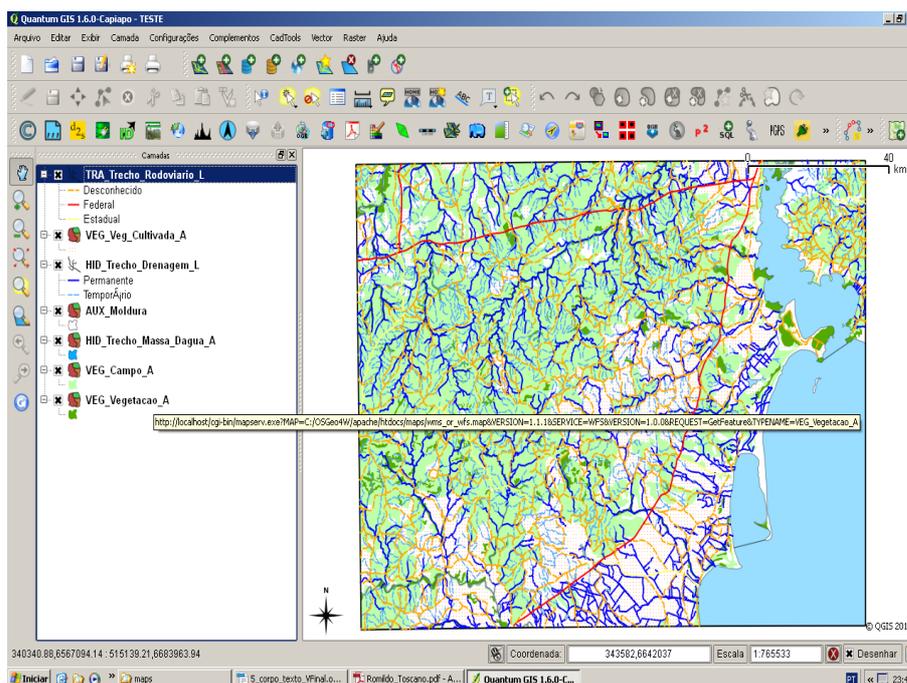
O padrão WFS permite que sejam empregadas funções de análise espacial, seleção por atributos, confecção de mapas temáticos entre outras utilidades. No QGIS a função *Adicionar camada WFS* permite adicionar o serviço WFS. O procedimento será idêntico ao executado para a adição do serviço WMS. De posse da URL, informo um nome a conexão, a URL de acesso ao meu *mapfile*, e usuários e senhas de acesso ao banco de dados. A Figura 10 apresenta a tela que contém os campos que necessitam ser preenchidos para efetivar a conexão com o serviço.

Figura 10: Conexão de serviço WFS no QGIS



Neste tipo de conexão WFS cada camada deverá ser adicionada de forma individual e será representada por uma camada em formato vetorial associado a uma tabela de atributos. Operações de geoprocessamento tornam-se possíveis com este serviço uma vez que ele contém a tabela de atributos. A Figura 11 apresenta um mapa temático gerado a partir da adição de camadas WFS do servidor no ambiente QGIS.

Figura 11: Mapa temático gerado a partir da adição de camadas WFS



4.1.2 Solicitação de serviços WMS e WFS em ambiente ArcGIS

No caso do ArcGIS, a ferramenta *Add WMS Servers* permite adicionar o serviço WMS. A Figura 12 mostra a janela da função *Add WMS Servers* por onde é feita requisição WMS ao servidor. Para isso basta colar o endereço (URL) obtido na exportação para o *Mapserver* e, assim, obter uma lista com todas as camadas WMS que o servidor criado dispõe para aquele arquivo *mapfile*.

A Figura 13 mostra as camadas do serviço WMS adicionadas no ambiente de ArcGIS. Com a ferramenta de *Identify* do ArcGis foi selecionado um segmento da camada “TRA_Trecho_Rodoviario_L” e, como resposta, foi apresentado o tipo de serviço oferecido.

Figura 12: Requisição WMS no ArcGIS

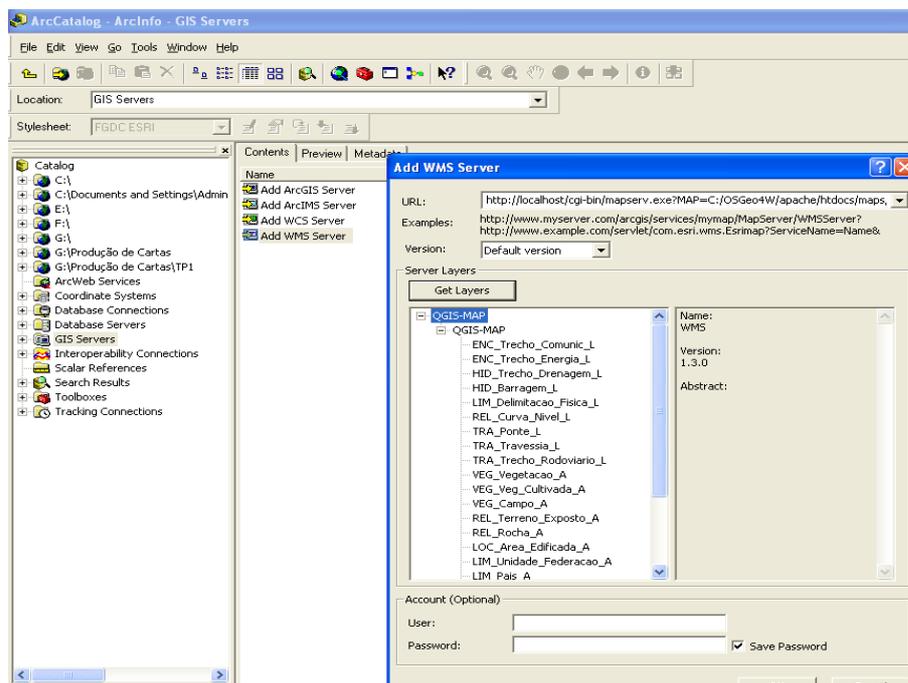
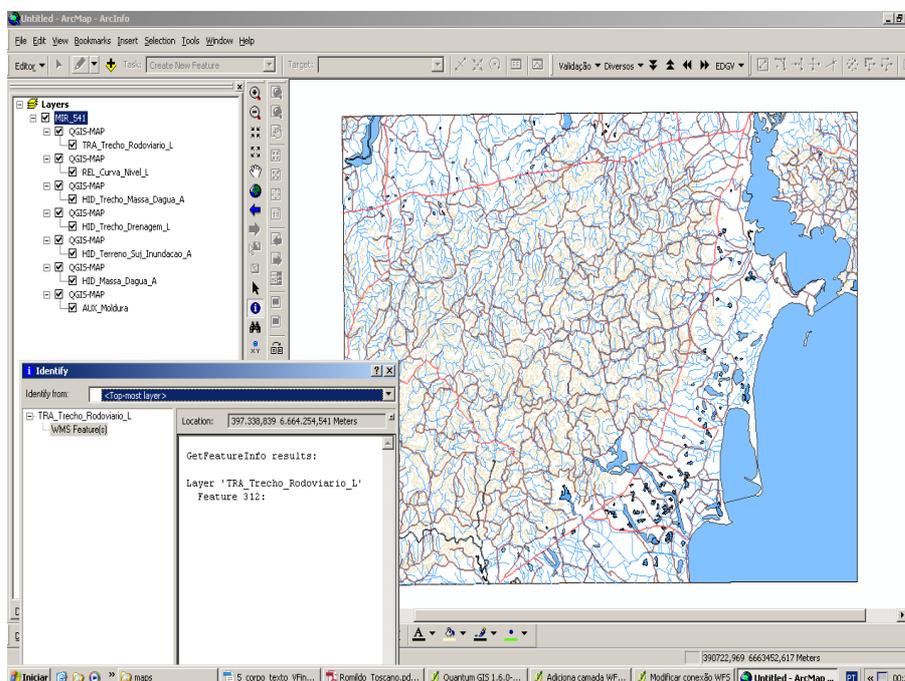


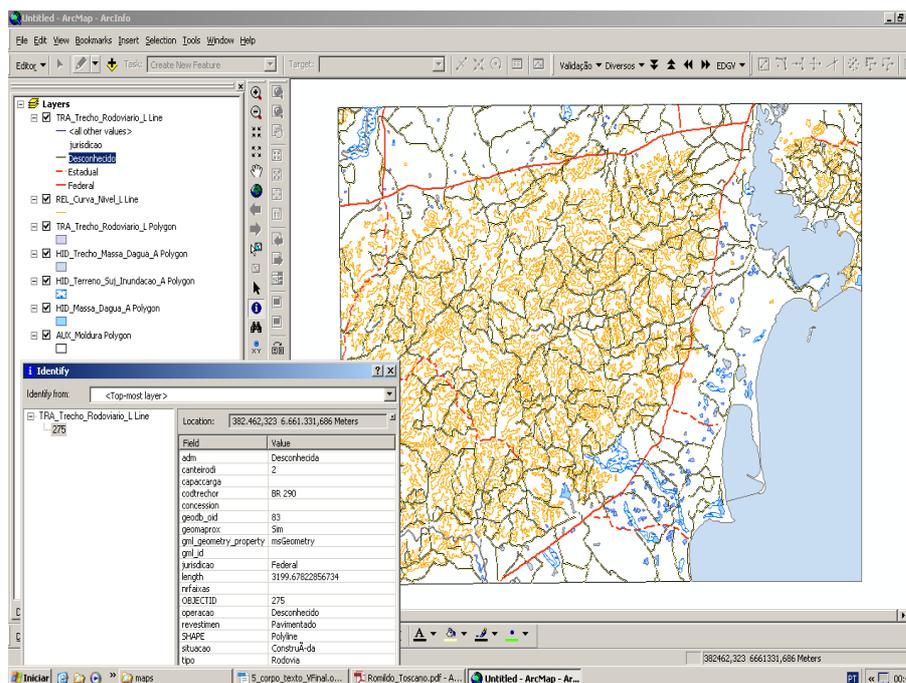
Figura 13: Serviço WMS adicionado no ArcGIS



Para adicionar um serviço do tipo WFS no ArcGIS é necessário, da mesma forma que o WMS, realizar as devidas configurações de conexão no servidor de serviços. A ferramenta *Interoperability Connections* permite adicionar o serviço WFS. Com este serviço, é possível operações de geoprocessamento uma vez que o

serviço oferece a feição e a tabela de atributos associada a ela. A Figura 14 apresenta um mapa temático gerado a partir do serviço WFS do servidor no ambiente ArcGIS. Com a ferramenta de *Identify* do ArcGIS foi selecionado um segmento da camada “TRA_Trecho_Rodoviario_L” e na janela da ferramenta é possível identificar a tabela de atributos que a camada contém.

Figura 14: Camadas WFS no ambiente do ArcGIS

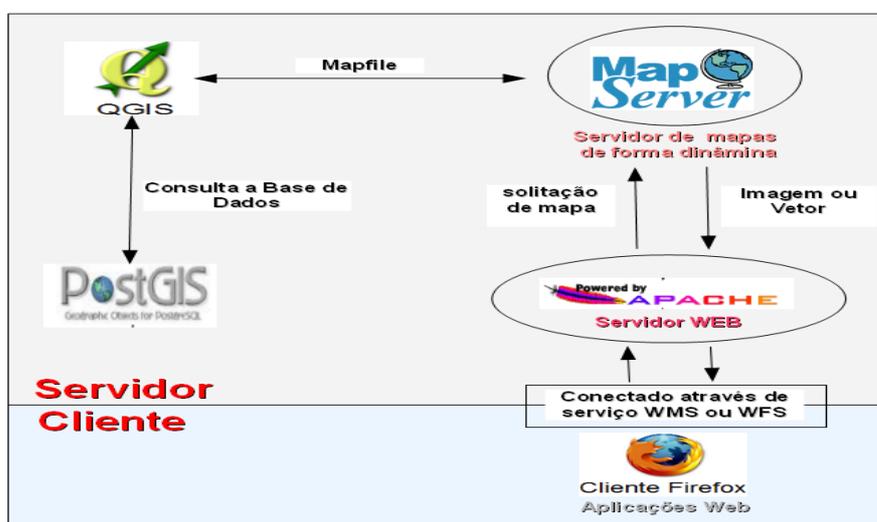


4.1.3 WMS em aplica o WEB

A *Web*   o conjunto dos recursos disponíveis na Internet. Atualmente seu principal uso   o acesso interativo a documentos e aplica es. O acesso a estes recursos   efetuado através de protocolos que utilizam um esquema de nomea o uniforme URL (MELO JR., 2005). Da mesma forma que o dado cartográfico foi disseminado para aplica es cliente *Desktop* o mesmo processo pode ser realizado em um navegador web. Desta forma, a solicita o da região espacial que cont m os dados será enviada ao servidor HTTP (Apache, por exemplo), através de um navegador (*Mozilla*, por exemplo). Então, o servidor HTTP repassará o pedido ao servidor de mapas (*Mapserver*) que será ativado e fará a consulta espacial no banco de dados e a sua representa o baseada nas informa es contidas no arquivo *mapfile*. Este em resposta, repassará a solicita o através de um serviço WMS ao servidor HTTP que devolverá a solicita o ao cliente através de protocolos e das

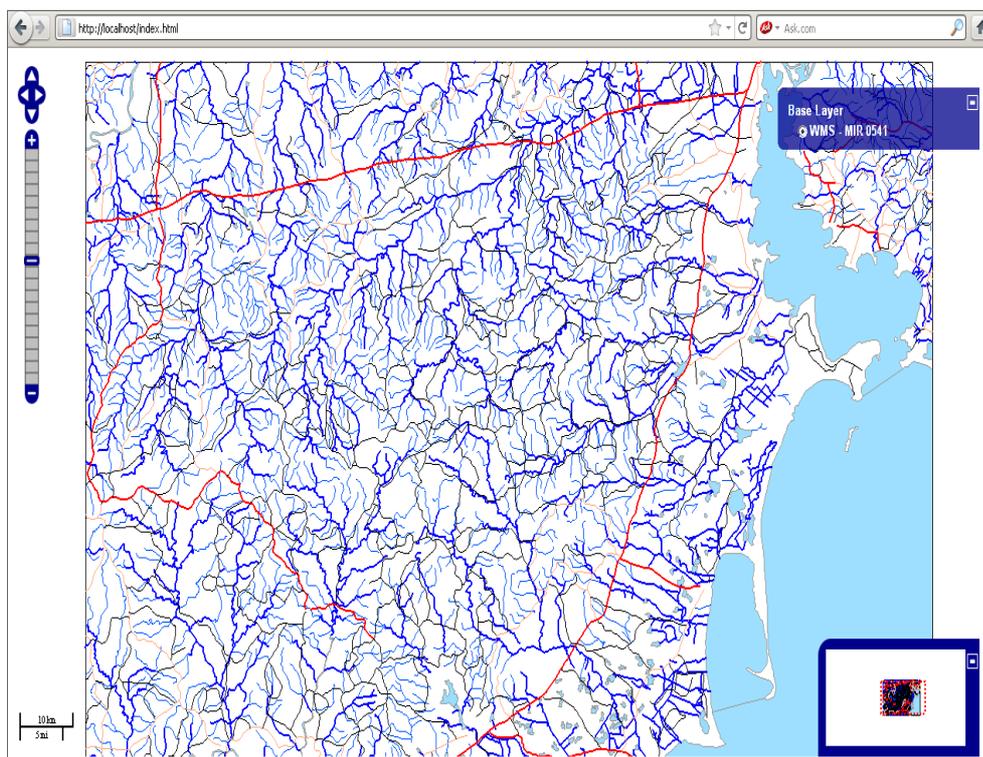
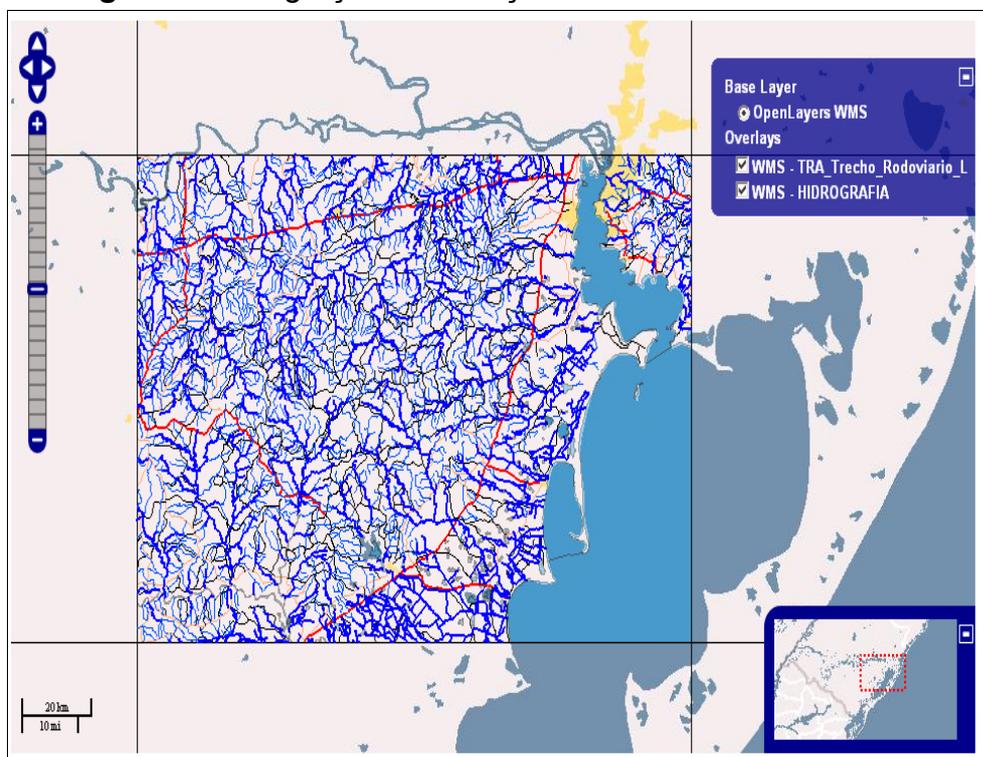
extensões XML(*Extensible Markup Language*). O XML é uma linguagem capaz de descrever diversos tipos de dados e é muito usada nas trocas de informações através da Internet. A Figura 15 apresenta a solução implementada.

Figura 15: Esquema específico da publicação na web



O dado cartográfico será disponibilizado em uma página web. Associada a esta página será utilizada, para fins de complementação, a biblioteca *OpenLayers*. A biblioteca *Open Layers* é uma biblioteca *JavaScript Open Source* para exibir dados espaciais em páginas web. Ele fornece uma interface de programação de aplicações (API) para construir aplicações geográficas baseadas na *web* semelhantes ao *Google Maps* e ao *MSN Virtual Earth*. A Figura 16 traz um exemplo da visualização da informação geoespacial disponível no banco através de um navegador de internet. Em resumo, o *Mapserver* fornece o mapa, o *Apache* permite a disponibilização da base e o *Openlayers* fornece as ferramentas básicas de navegação e interação com o mapa como zoom, seleção de camadas, entre outras.

Este mapa foi criado a partir de um único servidor. Porém, vários mapas podem ser solicitados a partir de diferentes servidores. O *Web Map Service* permite, por conseguinte, a criação deste serviço a partir de uma rede de servidores de mapas distribuídos a partir da qual os clientes podem construir mapas personalizados (BEAUJARDIERE, 2006). Seguindo esta mesma filosofia pode-se integrar serviços de diferentes fontes de uma mesma região e disponibilizá-los em uma página principal (*Homepage*). A Figura 17 apresenta um exemplo de página com integração do serviço WMS onde a base vetorial é aquela adquirida neste trabalho e, como plano de fundo, é apresentado um serviço WMS de imagens do *OpenLayers*.

Figura 16: Visualização do dado publicado na web**Figura 17:** Integração de serviços WMS de diferentes fontes

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O avanço das tecnologias e a popularização das informações geográficas trouxeram grandes inovações e novas necessidades para a cartografia. A produção e disseminação dos dados cartográficos ocorrem em escala cada vez maior fenômeno que é acelerado pelo uso crescente da internet e de geotecnologias como sensoriamento remoto, posicionamento por satélite e sistema de informação geográfica.

É neste contexto que o papel do Engenheiro Cartógrafo se torna fundamental como gestor no processo de aquisição, organização e gerenciamento das informações geoespaciais tanto em uma linha de produção empresarial como em um produto final disponibilizado para o usuário pela rede mundial de computadores (*web*).

Neste sentido, a realização deste trabalho atingiu o seu objetivo de abordar os aspectos da legislação brasileira no que diz respeito à padronização de normas que envolvem os processo de aquisição, organização, gerenciamento e publicação das informações cartográficas a partir da utilização de servidores interoperáveis promovendo o intercâmbio de dados geográficos entre diferentes plataformas. Desta forma, a utilização de *softwares* de SIG (*ArcGIS* e *QGIS*) e de navegadores de internet (*Mozilla*) para acesso a informação cartográficas através de serviços WMS e WFS apresentou-se como uma alternativa viável para trabalhos que envolvam dados geográficos pois permitem ao usuário da informação a realização de análises, geração de mapas e relatórios em tempo real.

A partir da metodologia aplicada na implementação do servidor de dados cartográficos espera-se viabilizar o desenvolvimento de novos serviços *Web*, já que foram empregados apenas *softwares* livres, o que diminui consideravelmente os custos. Outra característica importante deste trabalho foi a ênfase no uso de *softwares* livres, o que comprova que estes programas não deixam a desejar no que se refere ao atendimento das necessidades dos trabalhos de Geoprocessamento, tornando assim desnecessários os pesados gastos envolvidos na aquisição de licenças de *softwares* comerciais.

Existe, atualmente, um bom número de *softwares open source* com arquitetura consolidada e disponíveis aos usuários. Além do custo zero, a adoção por este tipo de software permite aos usuários avançados o desenvolvimento das

próprias soluções de acordo com as suas necessidades agregando com isso, consistência, longevidade e, principalmente, uma redução substancial nos custos de implantação de seus projetos.

Por fim, como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação das tecnologias abordadas em uma aplicação mais específicas como serviço WMS disponível em *sites*. Recomenda-se, também, a análise dos outros serviços implementados pela OGC como *Web Coverage Service (WCS)*, *Catalogue Service Web (CSW)*, *Web Processing Service (WPS)*, *Transactional Web Feature Service (WFS-T)*, entre outros, percebidos neste trabalho pelo grande potencial que apresentam em aplicações voltadas na área de cartografia temática, intercâmbio de dados e geoprocessamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARONOFF, I. Geographical Information System: Management Perspective. WDL Publications. Ottawa, Canadá. 1989.

ARIZA, F. J. Calidad en la producción cartográfica. Espanha: Ra-Ma Editorial, 2002. 389 p.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. UML: Guia do Usuário. 2a edição. Editora: Campus. Brasil, 2005.

BRANDÃO, F.; e RIBEIRO, J. A (2007). Estudo do XML, GML, SVG e WEBSERVICES (WMS e WFS) para formatação e divulgação de informações geográficas. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPE. pp..5622-5617.

BRASIL, e-PING – Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico – Documento de Referência Versão 4.0, 16 de dezembro de 2008b.

BRASIL. Decreto no 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo Federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de nov. 2008. Seção 1, p. 57.

BEAUJARDIERE, Jeff de la. OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification. OpenGIS®, 2006. 81p.

BORGES, K.A.V., JUNIOR, C.A.D., LAENDER, A.H.F. Modelagem Conceitual de Dados Geográficos. In: CASANOVA, M.A., CÂMARA, G., JUNIOR, C.A.D. QUEIROZ, G.R. Banco de Dados Geográficos. Curitiba: Editora MundoGEO, 2005.

CASANOVA, Marco Antonio; et al. Integração e interoperabilidade entre fontes de dados Geográficos. In: CÂMARA, G. et al. (Org.). Banco de Dados Geográficos. São Paulo: MundoGEO, 2005. cap. 9, p. 305-340.

FONSECA, F. T.; EGENHOFER, M. J. Sistemas de informação geográficos baseados em ontologias. *Informática Pública*, v. 1, n. 2, p. 47-65, 1999.

GEONETWORK. GeoNetwork opensource V2.2: the complete manual. [s. l.]: The Opensource Geospatial Foundation, 2008. Disponível em: <<http://geonetwork-opensource.org/documentation/manual/geonetworkmanual/Manual.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2009.

MELO JÚNIOR, J. Interoperabilidade de SIG através de serviços Web. 2005, 96 f. Dissertação (Tecnologias da Geoinformação) – Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE, Recife, 2005.

POSTGIS. PostGISManual. 2008. Disponível em: <http://www.davidgis.fr/download/postgis-1.3.3.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2011.

ROCHA, E. A Interoperabilidade e Sistemas de Informações Geográficos: Uma aplicação utilizando chamada remota de métodos Java, 2000. 111p. Dissertação de mestrado, UFMG, Minas Gerais, 2000.

SILBERSCHATZ, Abraham et al. Sistema de Banco de Dados. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1999. 778p.

LUNARDI, O. A., AUGUSTO, M. J; Infra-Estrutura dos Dados Espaciais Brasileira - Mapoteca Nacional Digital. In: 7º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial, Florianópolis – SC, 15 a 19 de outubro de 2006. Anais (CD), 2006

WARNEST, M. A collaboration model for national spatial data infrastructure in federated countries. 2005. Dissertation (Ph.D. in Geomatics)–Department of Geomatics. University of Melbourne, Australia, 2005.

WEGNER, P. Interoperability. *ACM Computing Surveys*, v. 28, n. 1, p. 285-287, 1996

WILLIAMSON, I.; RAJABIFARD, A.; FEENEY M.-E. Future Directions for SDI development. Chapter 18 in *Developing Spatial Data Infrastructures: From Concept to*

Reality, eds. Williamson, I. P., Rajabifard, A. & F. Feeney, M.-E., Taylor and Francis, London, New York, pp. 302-311.2003.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BRASIL. Decreto-Lei nº 243, de 28 de fevereiro de 1967. Fixa as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Seção I, Parte I, Brasília, 28 fev e retificado no de 09 mar. 1967.

BRASIL, Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Publicada no Diário Oficial da União em 22 de junho de 1984.

BRASIL, Decreto s/nº de 21 de junho de 1994, Cria a Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR. Publicado no Diário Oficial da União, de 22 de junho de 1994, pág. 9096-7, Sec.1.

BRASIL, Decreto nº 5.334 de 6 de janeiro de 2005. Dá nova redação ao art. 21 e revoga o art. 22 do Decreto no 89.817, de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Publicada no Diário Oficial da União em 07 de janeiro de 2005.

BRASIL, Portaria de 20 de maio de 2009, Ministro de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão. Designação dos membros para compor a Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR. Publicado no Diário Oficial da União em 21 de abril de 2009, Seção 2, pag 35.

BRASIL, Resolução nº1, de 30 de novembro de 2009 da Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Homologa Norma da Cartografia Nacional, que define o Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil. Publicado no Diário Oficial da União em 01 de dezembro de 2009, Seção 1, pag 159.

BURROUGH, P. A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford: Oxford University Press, 1992.

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. Legislação e Normas. 2007.
Disponível em <http://www.concar.ibge.gov.br/> [capturado em 15 fev. 2011].

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. Resolução Concar 01/2006. 2006.
Homologa Norma da Cartografia Nacional, de estruturação de dados geoespaciais
vetoriais, referentes ao mapeamento terrestre básico que compõe a Mapoteca
Nacional Digital. Disponível em
<http://www.concar.ibge.gov.br/detalheDocumentos.aspx?cod=23>
[capturado em 15 mar. 2011].

DIGEST - Digital Geographic Information Exchange Standard – Documentação e
padrões - Digital Geographic Information Working Group (DGIWG), 1997. Disponível
em <http://www.digest.org/Overview2.htm> [capturado em 20 abr.2011].

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

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

DE PAULO, C. MAURICIO; Notas de aula do Curso WebMapping. Porto Alegre,2010.

EGB 2000 - DSG - Diretoria de Serviço Geográfico – 1ª Divisão de Levantamento.
Modelagem Conceitual do Espaço Geográfico Brasileiro. – Porto Alegre: DSG, 2003.
Homologado e publicado pelo Estado Maior do Exército-EME no Boletim EME nº 023,
de 25 fev 2004.

EGENHOFER, M. A Model for Detailed Binary Topological Relationships. Geomatica,
v. 47, p. 261-273, 1993.

ELMASRI & NAVATHE (2004) apud BORGES et all (2005) In: CASANOVA et all,
2005

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

IBGE, 1993.

ICDE – Infra-estructura Colombiana de Datos Espaciales. Infraestructura Nacional de Datos Espaciales. 2000. Disponível em wamaya.tripod.com/Sdi/ICDE-seminar.pdf [capturado em 21 jul. 2007].

IGN/IDEE. Curso sobre IDE. [s. l.], 2008. Ministrado pelo Instituto Geográfico Espanhol (IGN) Universidade Politécnica de Madri (UPM), no IBGE, Rio de Janeiro, 2008. 1 CD-ROM.

LIMA, P.; CÂMARA, G.; PAIVA, J. A.; MONTEIRO, A. M. V. Intercâmbio de Dados Geográficos: Modelos, Formatos e Conversores. 2001. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br> [capturado em 10 abr. 2011].

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

OGC - Open Geospatial Consortium Inc. Padrão OpenGIS. Disponível em <http://www.opengeospatial.org> [capturado em 21 Mai 2011].

ONSRUD, H. Survey of national spatial data Infrastructures around the world, 2001. Disponível em: <http://www.spatial.maine.edu>. [capturado em 01 Mai 2011].

ROBINSON, A.H; MORRISON, J.L.; MUEHRCKE, P. C.; KIMERLING, A.J. e GUPTILL, S.C. Elements of Cartography. 6a edição. Editora: John Wiley & Sons. USA, 1995.