

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

André Fabiano de Moraes

**FRAMEWORK DE INTEGRAÇÃO PARA O MODELO
ESTRATÉGICO DE COLABORAÇÃO E MINERAÇÃO DE
DADOS ESPACIAIS NA WEB**

Florianópolis

2011

André Fabiano de Moraes

**FRAMEWORK DE INTEGRAÇÃO PARA O MODELO
ESTRATÉGICO DE COLABORAÇÃO E MINERAÇÃO DE
DADOS ESPACIAIS NA WEB**

Tese submetida ao Programa de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de doutor em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^ª. Lia Caetano Bastos, Dra.

Florianópolis

2011

André Fabiano de Moraes

**FRAMEWORK DE INTEGRAÇÃO PARA O MODELO
ESTRATÉGICO DE COLABORAÇÃO E MINERAÇÃO DE
DADOS ESPACIAIS NA WEB**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “doutor” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Florianópolis, 28 de Setembro de 2011.

Prof. Roberto Caldas Pinto de Andrade, Dr.
Coordenador do Curso

Prof^ª. Lia Caetano Bastos, Dra.
Orientadora

Banca Examinadora:

Prof^ª. Ana Lúcia Bezerra Candeias, Dra. – UFPE

Prof. Francisco Henrique de Oliveira, Dr. – UFSC/ECV

Prof^ª. Cláudia Robbi Sluter, Dra. – UFPR

Prof. Ronaldo Santos Mello, Dr. – UFSC/INE

Prof. Jürgen Wilhelm Philips, Dr.Ing. – UFSC/ECV

Dedico esta contribuição acadêmica a todos os professores e colegas que compartilharam seus valiosos conhecimentos e suas ideias na busca incansável por tecnologias inovadoras a serviço de todos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Jesus Cristo filho de Deus Pai, pela vida e pela oportunidade de conviver com pessoas incríveis compartilhando experiências em vários momentos.

Sou grato à minha família, que sempre me apoiou e incentivou em todos os momentos.

Minha gratidão à Dra. Lia Caetano Bastos, pela competente orientação e preciosos conhecimentos transmitidos.

Agradeço também à Dra. Ana Lúcia Bezerra Candeias e Dra. Claudia Robbi Sluter pela imprescindível colaboração neste trabalho, ao Dr. Jürgen Wilhelm Philips, ao Dr. Ronaldo Santos Mello, ao Dr. Francisco Henrique de Oliveira e à Dra. Anita Maria da Rocha Fernandes pelas valiosas reflexões, discussões e sugestões.

Sou meramente grato aos membros da banca de qualificação e da defesa pela coerente avaliação e valiosa colaboração científica em pró deste trabalho.

Minha gratidão à direção e colegas do Instituto Federal Catarinense, pelo apoio decisivo e pela confiança na realização deste trabalho.

Agradeço também à Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de aperfeiçoamento acadêmico, infraestrutura fornecida, bem como todo apoio.

Aproveito para registrar meus agradecimentos a todos os professores, funcionários, colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e demais servidores dos Departamentos da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Florianópolis.

“O software livre contribui para a geração de conhecimento no país e fomenta a tecnologia da informação.”

(Portal Dataprev, 2010)

RESUMO

Após o levantamento da situação de alguns municípios brasileiros com relação a produção e ao tratamento de dados espaciais, ficou detectada a carência de infraestruturas, de informações e por consequência, a falta de mecanismos colaborativos com suporte a mineração de dados para análise espacial. As dificuldades aumentam com a disseminação de diferentes estruturas de dados espaciais a exemplo de padrões CAD/GIS produzidas através do rápido avanço das tecnologias de informação, sendo reais os desafios para implementação de uma infraestrutura interoperável e foco de várias discussões. Entretanto o acesso a esses dados via internet e os problemas ocasionados na troca dos mesmos estão relacionados diretamente a natureza particular de cada padrão adotado, por isso devem ser analisados e adequados para colaboração. Inicialmente a hipótese do trabalho visa intensificar a interoperabilidade entre dados espaciais e a integração de sistemas, tornando possível estabelecer canais de comunicação para um ambiente colaborativo visando ações potenciais e cooperativas. A partir disso, a pesquisa apresenta uma investigação sobre os aspectos relevantes que influenciam na engenharia de projetos, originando o desenvolvimento do protótipo denominado OpenCGFW (Collaborative Geospatial Framework Web), visando o reconhecimento de estruturas, integração, manipulação e colaboração, em sintonia com esforços da INDE, OGC e W3C. Inicialmente são realizados estudos e revisões sobre os assuntos diretamente relacionados à interoperabilidade. Também são abordados temas relacionados ao armazenamento, tratamento e colaboração computacional especificamente entre os dados geográficos produzidos por diferentes instituições públicas. Para construção do framework foi aplicado o método MCDA-C (Multicritério de Apoio à Decisão – Construtivista) para identificação dos aspectos fundamentais e elementares. A partir disso o trabalho também descreve os resultados obtidos na implementação das etapas de um padrão de projeto para apoiar nas atividades e na avaliação de geosoluções livres. Durante a discussão, são apresentados os resultados através experimentos e aplicações para mapas digitais na web visando a integração de várias bases de dados distribuídas ao cadastro técnico multifinalitário para uso das principais técnicas de mineração de dados espaciais. Ao final, o trabalho discute a hipótese e a contribuição da pesquisa, visando atender principalmente às características regionais, buscando contribuir para o avanço tecnológico do país ao intensificar o uso de padrões abertos e geotecnologias livres na colaboração e gestão do conhecimento.

Palavras-chave: Framework. Colaboração. Interoperabilidade. Integração. Desenvolvimento. Mineração de Dados Espaciais. Descoberto de Conhecimento em Banco de Dados Geográficos. Software Livre.

ABSTRACT

After surveying the situation in some municipalities Brazilian with respect to production and processing of spatial data, it was detected the lack of infrastructure, of information, and therefore the lack of mechanisms to support collaborative for data mining and spatial analysis. The difficulties increase with the spread of different structures of spatial data standards like ie: CAD / GIS produced by the rapid advancement of information technology, and real challenges to implementation of an interoperable infrastructure and it focus of several discussions. However access to this data via the Internet and the problems caused in the same exchange are directly related to the particular nature of each standard adopted, so it they should must be analyzed and appropriate for collaboration. Initially, the hypothesis of the study aims to enhance interoperability between spatial data and systems integration, making it possible to establish communication channels for a collaborative environment aimed at potential and cooperative actions. From this, the study presents an investigation into the relevant aspects that influence the projects engineering, resulting in the development of the prototype called OpenCGFW (Collaborative Geospatial Framework Web), to the recognition of structures, integration, manipulation and collaboration, in tuning with efforts GSDI-INDE, OGC and W3C. Initially, studies and reviews on subjects directly related to interoperability. Are also discussed issues related to storage, processing between collaboration computational and specifically geographic data produced by different public institutions. For construction of the framework was applied MCDA-C method (Multicriteria Decision Aid - Constructivist) to identify the fundamental and elementary. From this work also describes the results obtained in implementing the steps of a design pattern to support the activities and evaluating free geo-solutions. During the discussion, are present the results through experiments and applications of the web mapping for digital maps to integrate multiple databases distributed of the multipurpose cadaster and use of the main techniques of spatial data mining. At the end, the work discusses the hypothesis and the contribution of research, mainly to meet the regional characteristics, seeking to contribute to the technological advancement of the country intensifying the use of open standards, the free geo-solutions collaboration and knowledge management.

Keywords: Framework, Collaboration, Interoperability, Spatial Data Mining, knowledge Discovery in Geographic Databases, Preprocessing Spatial Data, Development Free Software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Prefeituras que disponibilizam acesso à dados pela web.	29
Figura 2 – Prefeituras que disponibilizam acesso a dados espaciais na web.	30
Figura 3 – Fluxo dos Processos.	42
Figura 4 – Esquema Funcional para INDE.	46
Figura 5 – Relação de diferentes tipos de softwares para SIG compondo a Geoinformática.	51
Figura 6 – Tecnologias de Geoprocessamento.....	53
Figura 7 – Modelo Padrão MVC Clássico.	62
Figura 8 – Arquitetura MVCS.	64
Figura 9 – Arquitetura de sistemas de informação Cliente/Servidor (2 camadas).	72
Figura 10 – Arquitetura de três camadas.	72
Figura 11 – Provedores de Informações Geográficas.	73
Figura 12 – Exemplo do relacionamento entre diferentes esquemas GML.	79
Figura 13 – Arquitetura de Aplicações do MapServer.	82
Figura 14 – Modelo de serviços para mapas na internet.	83
Figura 15 – Modelo da Arquitetura de um Open GeoFramework.	85
Figura 16 – Cadeia de Valor Representativo de Informação Geoespacial.	86
Figura 17 – Suporte à Decisão com a utilização do WMS.....	90
Figura 18 – Diagrama da Arquitetura de Web Services.....	91
Figura 19 – Exemplo do processo de visualização com suporte ao padrão SVG.	94
Figura 20 – Esquema do Framework MapServer com CGI e WMS.....	98
Figura 21 – Transformação de Dados Espaciais e divulgação na Internet.	99
Figura 22 – Código exemplo do arquivo MapFile (.map) do MapServer.	100
Figura 23 – Esquema funcionamento do MapServer.	101
Figura 24 – Aplicação web mapping baseada no UMN MapServer.	104
Figura 25 – Layout do Aplicativo I3GEO.	105
Figura 26 – Tela de Aplicação do Spring Web - Fonte: INPE (2005).....	107
Figura 27 – Pontos de Vista Fundamentais no Processo Decisório	111
Figura 28 – Pontos de Vista Fundamentais no Processo Decisório	112
Figura 29 – Processo de Apoio à Decisão adotando a Metodologia Multicritério.	115
Figura 30 – Processo de Apoio à Decisão utilizando-se da Metodologia Multicritério (continuação).	116
Figura 31 – Dimensões de motivação para definição do problema.....	120
Figura 32 – Relacionamento multidisciplinar.	129
Figura 33 – Banco de dados representado em níveis de implementação	132
Figura 34 – KDD.	133
Figura 35 – O processo KDD e suas fases.	135
Figura 36 – Tarefas centrais da mineração de dados.	137
Figura 37 – Esquema resumido das técnicas estatísticas.	139

Figura 38 – Exemplo prático de uma árvore de decisão.	143
Figura 39 – Colaboração, Integração e Cooperação.	153
Figura 40 – Cenários distintos para um Framework.	155
Figura 41 – Definição em camadas da plataforma tecnológica para o framework.	156
Figura 42 – Modelo Contextual proposto para construção do framework OpenCGFW.	159
Figura 43 – Fluxo de Desenvolvimento para o Framework.	161
Figura 44 – Representação de todos os descritores para o Perfil de Impacto de cada software investigado.	167
Figura 45 – Análise de sensibilidade para cada critério (a).	171
Figura 46 – Análise de cada Perfil em relação ao Status "Quo" desejado.	174
Figura 47 – Intensidade do fluxo de informação entre os usuários.	176
Figura 48 – Processo contextualizado para a colaboração junto ao framework OpenCGFW.	177
Figura 49 – Arquitetura adotada para interoperabilidade de dados Geográficos no framework OpenCGFW.	182
Figura 50 – Análise do processo de migração das bases incluindo dados geográficos.	192
Figura 51 – Esquema para extração parcial dos dados.	193
Figura 52 – Esquema para o intercâmbio visando o compartilhamento com os demais módulos do framework OpenCGFW.	198
Figura 53 – Estrutura base para os diretórios do framework OpenCGFW.	201
Figura 54 – Diagrama de pacotes para o núcleo do framework OpenCGFW.	203
Figura 55 – Diagrama de pacotes temáticos de composição básica.	205
Figura 56 – Diagrama de classes padronizadas para o controle das características abordadas na temática do Loteamento Urbano.	207
Figura 57 – Esquema inicial de implementação do algoritmo C4.5 para o ambiente web.	210
Figura 58 – Módulo Gráfico de Administração do framework.	212
Figura 59 – Geração e conversão de (.shp) para UML e vice-versa para auxiliar na integração de sistemas geográficos.	214
Figura 60 – Módulo de visualização dos resultados com dados agrupados do território brasileiro.	216
Figura 61 – Visualização de dados agrupados para o território de cada estado.	217
Figura 62 – Visualização de dados agrupados para o município.	217
Figura 63 – Arquitetura de armazenamento e consultas em Bancos de Dados.	219
Figura 64 – Tela do primeiro esquema de consulta simultânea.	220
Figura 65 – Esquema para gerar o SQL a partir das regras.	221
Figura 66 – Módulo de acompanhamento das atividades para cada etapa.	222
Figura 67 – Árvore com perfil de impacto do “Status Quo” X “Status Melhorado”	223
Figura 68: Contextualização das temáticas em níveis de granularidade.	225

Figura 69: Aproximação dos processos para interoperabilidade dos dados geográficos através do framework.	227
Figura 70: Painel de controle para interação com os processos de interoperabilidade entre os dados.....	228
Figura 71: Distribuição dos dados referente às temáticas: Administração da Terra e Construções	231
Figura 72: Ontologia modelo para o mapeamento dos objetos cognitivos do Cadastro Técnico Urbano denominado CTU-OWL.....	234
Figura 73: Diagrama de classes UML OMT-G para integração de estruturas.	236
Figura 74: Avaliação das regras individualizadas através das camadas para os mapas (cartogramas).....	238

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Licenças compatíveis com GNU GPL.....	39
Quadro 2 – Produtores, Sistemas e Amparo Legal.	47
Quadro 3 - Principais frameworks PHP para o desenvolvimento de aplicações.	65
Quadro 4 - Principais frameworks para desenvolvimento de aplicações em JavaScript com AJAX.	67
Quadro 5 - Relação de bibliotecas compiladas (pacotes) para Linux.	102
Quadro 6 - Abordagens Multicritério.	113
Quadro 7 - Análise da Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão.	114
Quadro 8 - Estratégia para identificar EPA's.	122
Quadro 9 - Relacionamento dos métodos e técnicas de mineração de dados. .	145
Quadro 10 - Estruturação das Necessidades para Desenvolvimento do Framework OpenCGFW.....	158
Quadro 11-Análise da migração das bases do SGBD SQL Server 2008 R2....	188
Quadro 12-Análise da migração das bases do SGBD PostgreSQL versão 8.4.	189
Quadro 13-Análise da migração das bases no formato DBase III.	190
Quadro 14-Análise da migração das bases textuais e DBase III.....	191
Quadro 15 – Relação de atributos após intercâmbio com o sistema cadastral do município para o processo de mineração de dados.	230

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Avaliação “individual” para o ranking.	166
Tabela 2- Avaliação e pontuação final.....	175

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABD – Administradores de Banco de Dados
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
Ajax – Asynchronous JavaScript and XML
AM/FM – Automated Mapping / Facilities Management
API – Application Programming Interface
APPLET – Software Aplicativo executado por outro programa
ASCII – American Standard Code for Information Interchange
BCI – Boletim de Cadastro Imobiliário
BD – Banco de Dados
BDG – Banco de Dados Geográfico
BDG's – Banco de Dados Geográficos
BI – Business Intelligence
BIC – Boletim de Informações Cadastrais
BSC – Balanced Scorecard
CAD – (*Computer-Aided Design*) Desenho Assistido por Computador
CAM – (*Computer-aided manufacturing*) Manufatura Auxiliada por Computador
CASE – (*Computer Aided Software Engineering*)
CGI – Common Gateway Interface
CGL.Br – Comitê Gestor da Internet no Brasil
CMM – Capability Maturity Model
CMMI – Capability Maturity Model Integrated
CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia
CRM – Customer Relationship Management
CSV – Comma-Separated Values
CTM – Cadastro Territorial Multifinalitário
CTMU - Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano
CTU – Cadastro Técnico Urbano
DM – Data Mining (Mineração de Dados)
DOM – Document Object Model
DSS – Decision Support System
DTD – Document Type Definition
e-GOV – Governo Eletrônico
e-MAG – Modelo Acessibilidade do Governo Eletrônico
e-PING – Padrões de Interoperabilidade do Governo Eletrônico
e-PMG – Padrão de Metadados do Governo Eletrônico
e-PWG – Padrões Web do Governo Eletrônico
EDT – Editores de Texto
EIS – Executive Information System

EPA – Elementos Primários de Avaliação
ePub – Formato de Arquivo Digital para Publicações – eBook
ERP – Enterprise Resource Planning
FDO – Feature Data Objects
FILTER – Filter Encoding
FSF – Free Software Foundation
FTP – File Transfer Protocol
GDAL – Geospatial Data Abstraction Library
GDB – Geographic Databases
GDBMS – Geographic Database Management Systems
 GDPM – Geographic Data Preprocessing Module
GeoBR – Proposta para o padrão de dados geográficos brasileiro
GEO – Geoprocessamento
GEOR – Georreferenciamento
GIF – Graphics Interchange Format
GIS – Geografic Information System
GML – Geography Markup Language - Descrição de Ontologias
 Geográficas Proposto por OGC (25/04/2006 – GML 3.1.1)
GMQL – Geo-Mining Query Language
GNU – GNU is Not Unix (em português: GNU não é Unix).
GPL – General Public License
GPS – Global Positioning System
GSDI – Global Spatial Data Infrastructure
GSLIB – Geostatistical Software Library
G-XML – Geospatial-eXtensible Markup Language
HTML – Hypertext Markup Language
HTTP – Hypertext Transfer Protocol
IA – Inteligência Artificial
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais
IDH-C – Índice de Desenvolvimento Humano – Censitário
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INSPIRE – Infrastructure for Spatial Information in Europe
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano
ISO – International Organization for Standardization
ITBI – Imposto de Transmissão de Bens Imóveis e de Direitos a eles relativos.
ITR – Imposto Territorial Rural
JCS – Conflation Suíte (JCS)

JPEG – Joint Photographic Experts Group
JSON – JavaScript Object Notation
JSP – Java Server Pages
JUMP – Unified Mapping Platform (JUMP)
JTS – Topology Suite (JTS)
KDD – Knowledge Discovery in Database
LIS – Land Information System
LTM – Local Transverso de Mercator
MBR – Minimal Bounding Rectangles (Retângulo de limite mínimo)
MCDA – Multicritério de Apoio a Decisão
MCDA-C – Multicritério de Apoio a Decisão Construtivista
MNT – Modelo Numérico de Terreno
MPSBR – Melhoria de Processo de Software Brasileiro
NBR – Denominação de Norma da ABNT
OASIS – Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OGC – Open Geospatial Consortium
OGR – Simple Features Library Open Source
OLTP – On Line Transaction Processing
ONG – Organização Não Governamental
OO – Orientação a Objetos
OpenATGCW – Ambiente de Trabalho Geoespacial Colaborativo na Web – Aberto (versão 1)
OpenCGFW – Open Collaborative Geospatial Framework for the Web (version 1-5.15)
OpenICGFW – Open Integration Collaborative Geospatial Framework for the Web (version 1-5.1503)
OPENGIS – Open Geografic Information System
OWL – Web Ontology Language
OWL-S – Service Web Ontology Language
OWS – OGC Web Service
PAE – Programa de Análise Estatística
PCP – Planejamento Controle e Produção
PDI – Processamento digital de Imagem
PI – Plano de Informação
PLC – Planilha de Cálculo
PL/SQL – Procedural Language / Structured Query Language
PNG – Portable Network Graphics
PostGIS – Extensão do banco de dados PostgreSQL para dados espaciais
PVF – Ponto de Vista Fundamental

RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
RDF – Resource Description Framework
RDF Schema – Schema for Resource Description Framework
RI – Registro de Imóveis
RTM – Regional Transverso de Mercator
SADs – Sistemas de Apoio a Decisão
SAD – South American Datum
SAX – Simple API XML
SBD – Sistema de Banco de Dados
SDI – Spatial Data Infrastructure
SDMOQL – Object-Oriented data mining Query Language
SDTS – Spatial Data Transfer Standard
SFSSQL – Simple Features Specifications for SQL
SGB – Sistema Geodésico Brasileiro
SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGBDE – Sistema Gerenciador de Banco de Dados Espacial
SGBD-OR – Sistema Gerenciador de Banco de Dados Objeto Relacional
SGML – Standard Generalized Markup Language
SICART – Sistema de Cadastro e Registro Territorial
SIG – Sistemas de Informações Geográficas
SIT – Sistema de Informações Territoriais
SLD – Styled Layer Descriptors
SL – Software Livre
SOAP – Simple Object Access Protocol
SQL – Structured Query Language

SRS – Spatial Reference System
SVG – Scalable Vectorial Graphics
TICs – Tecnologias de Informação e Comunicação
TM – Transverso de Mercator
URL – Uniform Resource Locator
UTM – Sistema Universal Transverso de Mercator
UML – Unified Modeling Language
URL – Uniform Resource Locator
USB – Universal Serial Bus
W3C – World Wide Web Consortium
WCS – Web Coverage Service
WEB – Sinônimo para Internet
WFS – Web Feature Service
WFS-T – Web Feature Service Transactional

WGS – World Geodetic System
WKB – Well-Known Binary
WKT – Well-Known Text
WMC – Web Map Context
WMS – Web Map Service
WS – Web Service
WSC – Web Service Common
WSDL – Web Service Description Language
WWW – World Wide Web
XLL – Extensible Linking Language
XMi – XML Metadata Interchange
XML – Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
1.1 JUSTIFICATIVA.....	27
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA	31
1.3 OBJETIVOS.....	31
1.3.1 Objetivo Geral	31
1.3.2 Objetivos Específicos	31
1.4 RELEVÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO	32
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	33
2 SOFTWARE LIVRE E A RELAÇÃO COM OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	35
2.1 CONCEITOS.....	35
2.2 HISTÓRICO E SURGIMENTO DO SOFTWARE LIVRE	36
2.3 PRINCIPAIS LICENÇAS APLICADAS AO SOFTWARE LIVRE	37
2.4 SOFTWARE LIVRE E POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO	40
2.5 DIRETRIZES DO e-GOV	43
2.5.1 e-MAG: Modelo de Acessibilidade do Governo Eletrônico	43
2.5.2 e-PING: Padrões de Interoperabilidade do Governo Eletrônico.....	44
2.5.3 e-PMG: Padrão de Metadados do Governo Eletrônico	48
2.5.4 e-PWG: Padrões Web do Governo Eletrônico	49
2.6 TECNOLOGIAS PARA GEOPROCESSAMENTO	50
2.7 SOFTWARE LIVRE PARA GEOPROCESSAMENTO	54
2.8 FERRAMENTAS PARA DESENVOLVIMENTO DE FRAMEWORKS.....	56
2.9 CONSIDERAÇÕES.....	68
3 ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS PARA DISPONIBILIZAR DADOS ESPACIAIS NA WEB.....	70
3.1 INTRODUÇÃO	70
3.2 INTEROPERABILIDADE PARA DADOS GEOGRÁFICOS.....	74
3.2.1 Desenvolvendo SIGs Interoperáveis	77
3.2.2 Interoperabilidade e Software Livre	79
3.3 WEB MAPPING	81
3.4 ESPECIFICAÇÕES OGC.....	85
3.4.1 WMC – Web Map Context	87

3.4.2 WSC – Web Service Common	88
3.4.3 GML – Geography Markup Language	89
3.4.4 WMS – Web Map Service.....	89
3.4.5 WFS – Web Feature Service.....	92
3.4.6 WCS – Web Coverage Service.....	93
3.4.7 SLD – Styled Layer Descriptor	93
3.4.8 SFS – Simple Features Specification.....	94
3.4.9 WRS – Web Registry Server	95
3.4.10 WCTS – Web Coordinate Transformation Service	95
3.4.11 WTS – Web Terrain Service.....	96
3.5 SERVIDOR DE MAPAS PARA INTERNET	97
3.5.1 Aplicativo CartoWeb.....	103
3.5.2 Aplicativo i3GEO.....	104
3.5.3 Aplicativo SPRING WEB	106
3.6 CONSIDERAÇÕES	109

4 MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO CONSTRUTIVISTA (MCDA-C)	110
4.1 INTRODUÇÃO	110
4.2 ETAPAS DO MODELO MCDA-C	114
4.2.1 Identificação do Contexto Decisório	116
4.2.2 Estruturação do Problema.....	119
4.3 CONSIDERAÇÕES	125

5 MINERAÇÃO DE DADOS	127
5.1 INTRODUÇÃO	127
5.2 APLICABILIDADE DA MINERAÇÃO DE DADOS	131
5.3 DESCOBERTA DE CONHECIMENTO EM BANCO DE DADOS (KDD).....	133
5.4 MÉTODOS E TÉCNICAS APLICADAS NA MINERAÇÃO DE DADOS.....	136
5.4.1 Técnicas de Inteligência Artificial.....	138
5.4.2 Técnicas Estatísticas	138
5.4.3 Indução de Regras	139
5.4.4 Regras de Associação	140
5.4.5 Regras de Classificação	142
5.4.6 Regras de Agrupamento (Clustering)	144
5.5 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DA FERRAMENTA DE MINERAÇÃO DE DADOS.....	144
5.5.1 Mineração de Dados Geográficos.....	145
5.5.1.1 Mineração de Dados para o Formato Raster	147

5.5.1.2 Mineração de Dados para o Formato Vetorial.....	150
5.6 CONSIDERAÇÕES.....	151

6 MODELO ESTRATÉGICO DE COLABORAÇÃO PROPOSTO..... 152

6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO..... 152

6.2 DEFININDO O CENÁRIO PARA APLICAÇÕES DO FRAMEWORK OPENCXFW 154

6.3 REQUISITOS PARA ESTRUTURAÇÃO DO FRAMEWORK.. 156

6.4 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO FRAMEWORK..... 159

6.4.1 Primeira Etapa – Determinando o Perfil de Impacto..... 162

6.4.2 Segunda Etapa – Determinando o Perfil Médio e Desejado..... 174

6.4.3 Terceira Etapa – Desenvolvendo o Módulo de Colaboração 176

6.4.3.1 Colaboração de Requisitos 178

6.4.3.2 Promovendo a Interoperabilidade com a Integração de Dados Espaciais..... 182

6.4.3.3 Intercâmbio de Dados Espaciais..... 193

6.4.4 Quarta Etapa – Desenvolvendo a Estrutura do Framework..... 199

6.4.4.1 Diagrama de Pacotes - UML 202

6.4.4.2 Diagrama de Componentes - UML..... 206

6.4.4.3 Diagrama de Classes - UML..... 206

6.4.5 Quinta Etapa - Módulo de Estatística 208

6.4.6 Sexta Etapa - Módulo de Mineração de Dados 209

6.4.7 Sétima Etapa - Módulo Configurador de Aplicativos 212

6.4.8 Oitava Etapa - Módulo de Visualização Regras e Cartogramas... 215

6.4.8.1 Consulta Espacial em Banco de Dados Geográficos 218

6.4.8.2 Consulta Simultânea 218

6.4.9 Nona Etapa - Módulo de Gerenciamento do Framework 221

6.5 CONSIDERAÇÕES..... 223

7 ESTUDO DE CASO - DETECTANDO PADRÕES PARA OBJETOS ESPACIAIS CAD/GIS 224

7.1 PROVENDO A INTEROPERABILIDADE..... 227

7.2 IMPLEMENTANDO A MINERAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS 229

7.3 PROCESSANDO ESTRUTURAS..... 233

7.4 VISUALIZANDO A INFORMAÇÃO 237

7.5 AVALIANDO APLICAÇÃO DO FRAMEWORK 239

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	241
REFERÊNCIAS.....	247
APÊNDICE A – CRONOGRAMA (1ª. E 2ª. PARTE).....	302
APÊNDICE B – PRINCIPAIS SOFTWARES ADOTADOS NO TRATAMENTO DE DADOS GEOGRÁFICOS.....	304
APÊNDICE C – ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES	345
APÊNDICE D – FERRAMENTAS ADOTADAS EM EXPERIMENTOS	346
APÊNDICE E – ETAPAS INICIAIS DA CONSTRUÇÃO DE MAPAS COGNITIVOS E RESULTADOS OBTIDOS COM O USO DA FERRAMENTA HIVIEW E MACBETH	358
APÊNDICE F – TABELA DE VALORES DOS DESCRITORES.....	359
APÊNDICE G - GLOSSÁRIO	377
APÊNDICE H – MODELO RELACIONAL DO REPOSITÓRIO BASE DO FRAMEWORK.....	392
APÊNDICE I – DIAGRAMAS UML - TEMÁTICAS.....	393

APÊNDICE J - SCRIPT PARA CONVERSÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS NO FORMATO SHP -> POSTGRESQL..... 419

ANEXO A – AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA O PLANO DE MIGRAÇÃO DE SOFTWARE LIVRE NO PAÍS 421

ANEXO B – ESPECIFICAÇÕES DO E-PING (2008) PARA ACESSO AS ESTAÇÕES DE TRABALHO 424

ANEXO C - ESPECIFICACOES DE INTEGRACAO EGOV(2008). 427

ANEXO D – REFERÊNCIA DE PRODUTORES DE DADOS..... 428

ANEXO E - CODIFICAÇÃO (.MAP) DO MAPSERVER 429

ANEXO F – ALGORITMO APRIORI..... 430

ANEXO G – ALGORITMO ID3..... 431

ANEXO H – CODIFICAÇÃO GML NO OPENJUMP .. 432

ANEXO I – CÓDIGO GERADO PARA O SPRING WEB 433

ANEXO J – PADRÕES DE DADOS GEOGRÁFICOS OGR..... 434

**ANEXO K – LINHA DO TEMPO DAS DISTRIBUIÇÕES
GNU/LINUX436**

**ANEXO L – POPULARIDADE DAS LINGUAGENS DE
PROGRAMAÇÃO437**

1 INTRODUÇÃO

A administração pública, assim como os responsáveis pelo planejamento municipal e territorial, necessitam de informações filtradas e tratadas em diferentes níveis, tanto operacional quanto gerencial, de forma a possibilitar análises rápidas e precisas no desenvolvimento de estratégias e ações. Para obter o conhecimento dos fatos e, de modo geral, um planejamento fundamentado, utilizam-se, muitas vezes, informações georreferenciadas para o cruzamento de dados, gerando diferentes indicadores que facilitam estrategicamente as ações.

Com a expansão das redes de computadores e o crescimento do uso de geoprocessamento como ferramenta para tomada de decisão em diversas áreas, observa-se uma maior facilidade em processos de análise espacial. Entretanto, a falta de ferramentas que facilitem a integração e a interoperabilidade entre diferentes dados geográficos tem dificultado esses processos. A possibilidade de acesso aos dados geográficos via internet e os problemas referentes à troca de dados, estão diretamente relacionados à natureza particular de cada dado e sua modelagem.

Para tal, observam-se alguns desafios, como a complexidade e a inexistência de padrões de dados, a exemplo da interoperabilidade entre dados espaciais e principalmente pela falta de modelos conceituais comuns acarretando problemas na troca de dados entre SIGs distintos. Em ambientes de sistemas heterogêneos, a conversão de dados ainda representa um custo elevado para sua implantação. Com relação ao Brasil, isto é agravado pela falta de padrões nacionalmente estabelecidos e pela indisponibilidade de ferramentas de baixo custo. Por outro lado, quando são encontradas soluções tecnológicas padronizadas detecta-se a implantação de soluções independentes para resolver parte de um problema comum, principalmente conflitos computacionais de integração que tornam sistemáticas cada vez mais complexas e onerosas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Com o desenvolvimento de uma ferramenta livre para uso na internet, propõe-se tornar acessível a manipulação de vários processos e

dados geográficos, através de um ambiente cooperativo, interoperável aplicado na descoberta de conhecimento em bases de dados espaciais. A proposta visa utilizar tecnologias emergentes relacionadas à manipulação de dados geográficos, tais como: WMS¹, GML/XML², OWL³, mapas digitais na web (*web mapping*), possibilitando o uso de técnicas de análise e mineração de dados aplicáveis em diferentes experimentos. O desenvolvimento de um ambiente apropriado estimula a busca de novos padrões e relacionamentos entre diferentes fontes de dados, proporcionando mecanismos alternativos de investigação.

O procedimento metodológico adotado neste trabalho visa proporcionar um questionamento sobre a avaliação do potencial do framework proposto, envolvendo os decisores no processo de construção da ferramenta e também na confiabilidade dos indicadores, bem como, facilitar o entendimento sobre os recursos disponíveis para coleta dos dados e das metodologias aplicadas. Após o desenvolvimento da ferramenta, para exemplificar sua aplicação a mesma é utilizada em um estudo de caso voltado para investigação dos dados do cadastro técnico urbano.

Certamente a busca por gestões estratégicas deve assegurar-se em dados e processamento de informações que levem às estratégias preventivas, corretivas ou prospectivas na cooperação e realização de ações interinstitucionais isoladas ou conjuntas. (FERRARI, 1997 p. 35)

A partir da formulação deste trabalho, inicia-se a construção de uma ferramenta específica para auxiliar cada instituição ao disponibilizar e colaborar seus dados de domínio público de maneira transparente e compatível com diferentes ferramentas adotadas em cada instituição.

A fim de identificar a realidade das instituições públicas que necessitam manipular dados espaciais e auxiliar na colaboração de dados espaciais, buscou-se junto às prefeituras do Estado de Santa Catarina⁴ - Brasil, realizar pesquisas que visam constatar a

¹ WMS pode ser localizado no endereço eletrônico <http://www.ogc.org>

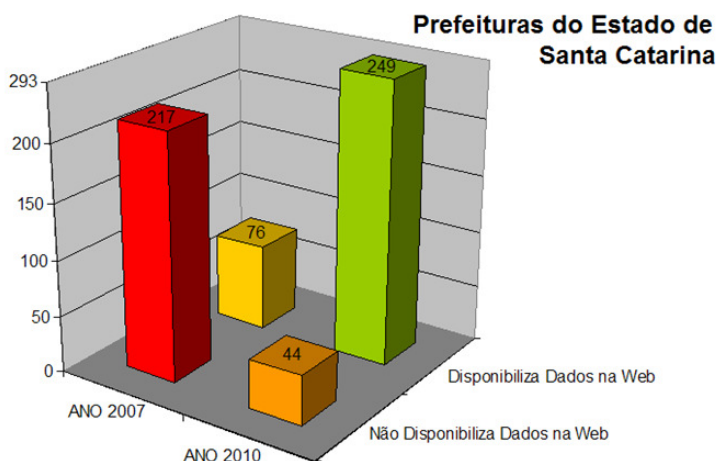
² GML/XML pode ser encontrado em http://www.intl-interfaces.com/wmt2/gml_xml_schema.html

³ OWL é proposto pela W3C em <http://www.w3.org/TR/owl-features/>

⁴ Site do Governo do Estado de Santa Catarina – Municípios do Estado, disponível em: <http://www.sc.gov.br/conteudo/municipios/framesetmunicipios.htm> .

disponibilidade de acesso a dados espaciais de cada um destes órgãos, bem como a utilização de diferentes mecanismos através da rede internet. A partir do levantamento realizado envolvendo 293 prefeituras do Estado, os resultados são apresentados na figura 1, onde detecta-se que 25,94% delas no ano de 2007 disponibilizavam acesso aos dados na web.

Figura 1 – Prefeituras que disponibilizam acesso à dados pela web.



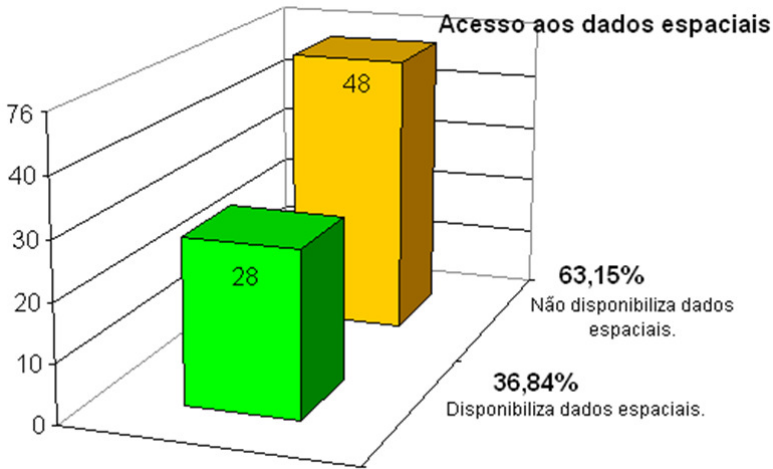
Fonte: Site Oficial do Governo do Estado de Santa Catarina (2007 e 2010).

Destas, menos da metade, ou seja, 36,84% apresentam dados espaciais conforme mostrado na figura 2, sendo que apenas 1,02% utilizando alguma ferramenta de *web mapping*.

Outra importante análise realizada possibilitou detectar os tipos de dados comumente utilizados na disponibilização dos dados pela rede, destacando-se: o padrão de imagem (.jpg) com 18 ocorrências, dentre estas duas ocorrências referenciando-se a imagens de satélite, o padrão de imagem vetorial (.dwg) com 2 ocorrências, o padrão (.pdf) com 5 ocorrências, o padrão de texto no formato (.doc) também foi utilizado

para disponibilizar o nome de logradouros. E com apenas três (03) ocorrências utilizando aplicativos *web mapping*.

Figura 2 – Prefeituras que disponibilizam acesso a dados espaciais na web.



Fonte: Site Oficial do Governo do Estado de Santa Catarina (2007 e 2010).

Portanto, os conjuntos de dados comumente encontrados nos sistemas de informação geográficos e também não geográficos, pertencentes aos órgãos públicos, diferem em vários aspectos. Sendo que, os atributos usados para descrever objetos de dados apresentam diferentes tipos, quantitativos ou qualitativos. Também alguns conjuntos de dados possuem características especiais, a exemplo de séries temporais ou objetos com relacionamentos explícitos entre si.

Devido a isso, não é surpresa que o tipo de dado encontrado determine quais as ferramentas e técnicas são utilizadas para visualizar e analisar os dados, criando de forma isolada processamentos distintos em softwares não apropriados para integração.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA

Após estudo sobre a distribuição e divulgação de dados geográficos, foi possível obter um diagnóstico sobre a situação dos municípios catarinenses com relação a essa disponibilização, mostrando a carência de informações. E por consequência, a falta de mecanismos colaborativos para análise espacial.

A partir disso a hipótese básica do trabalho norteia questões para intensificar a interoperabilidade entre dados e a integração de sistemas. Gerando os seguintes questionamentos:

É possível melhorar a colaboração de tecnologias e padrões para análise de dados espaciais através da integração de sistemas de código aberto? Como estabelecer um ambiente colaborativo visando ações potenciais para aplicação das técnicas de mineração de dados?

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral e os específicos dessa tese são apresentados a seguir.

1.3.1 Objetivo Geral

Construir um framework denominado OpenCGFW (*Open Collaborative Geospatial Framework for the Web*), visando proporcionar a colaboração, interoperabilidade, análise e mineração de dados geoespaciais na web.

1.3.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos:

- Elaborar e definir as prioridades para o desenvolvimento do protótipo framework OpenCGFW utilizando a metodologia MCDA-C e softwares livres;
- Construir o framework integrador para representação de mapas na web (SIGWeb);
- Desenvolver um ambiente de trabalho colaborativo visando auxiliar na análise de dados espaciais;
- Utilizar as técnicas de mineração de dados para o ambiente web;
- Elaborar uma forma de analisar dados espaciais com conexão simultânea via internet;
- Testar a ferramenta proposta através de estudo de caso.

1.4 RELEVÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO

A relevância do trabalho é detectada mediante três pontos. O primeiro refere-se como uma opção estratégica de colaboração para governança. O segundo visa uma independência tecnológica. O terceiro e último visa a racionalização dos recursos tecnológicos.

O estudo tem relevância ao considerar também através da tese uma proposta metodológica para elaboração do modelo estratégico de colaboração viabilizando análises, bem como a extração de regras na busca de padrões e mudanças territoriais, conforme discussão apresentada no capítulo 6 e aplicação do modelo através do estudo de caso no capítulo 7.

A contribuição do trabalho esta na identificação e resolução dos problemas existentes frente à troca de dados espaciais. Certamente ao abordar temas controversos, este trabalho busca novas reflexões e discussões sobre as sistemáticas adotadas para o desenvolvimento de geotecnologias.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Neste item é apresentado o detalhamento da estruturação do trabalho, que se divide em sete capítulos. No primeiro capítulo, apresenta-se uma introdução contextualizadora sobre a motivação do trabalho, seus objetivos e sua estrutura.

No segundo capítulo, faz-se uma inserção dos princípios da utilização do software livre, bem como das diretrizes propostas pelo governo federal no incentivo à utilização das tecnologias livres junto às instituições públicas do país. Também são apresentados os conceitos de geoinformação dentro de uma perspectiva evolutiva e algumas ferramentas livres comumente utilizadas pelos sistemas de informações geográficas.

No terceiro capítulo, são caracterizadas as especificações da OGC (Open GIS Consortium) e novas tecnologias de código aberto e livre distribuição, voltadas especialmente para disponibilizar dados espaciais na internet.

No quarto capítulo, são apresentados os principais conceitos e aplicabilidade da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C), para auxiliar na construção e desenvolvimento do framework proposto.

No quinto capítulo, são efetuados os levantamentos e a revisão dos principais conceitos, bem como da adequação dos métodos e técnicas da Mineração de Dados para realizar e visualizar análises geospaciais.

No sexto capítulo, são apresentadas as etapas e as considerações sobre o processo de construção do modelo estratégico, bem como, a seleção dos requisitos, a codificação do framework, a utilização de técnicas de mineração de dados e demais funcionalidades para integração e análise de dados espaciais. Também são feitas algumas considerações, visando compreender e apontar as diferentes atividades relacionadas ao desenvolvimento de soluções para mapas digitais na (*web mapping*).

No sétimo capítulo, através do estudo de caso são apresentados os experimentos com aplicação do framework OpenCGFW, além dos resultados obtidos com a integração de bases de dados distintas providas por diferentes instituições.

Na sequência também são apresentadas as conclusões e recomendações para trabalhos futuros. Ao final do trabalho são disponibilizados os apêndices e os anexos com informações complementares para auxiliar no entendimento da elaboração deste trabalho, dentre as quais:

- ✓ nos apêndices, apresenta-se um cronograma para auxiliar no planejamento das atividades (A), principais softwares para o tratamento de dados geográficos (B), uma visão das atividades interdisciplinares (C), ferramentas adotadas nos experimentos (D), etapas de construção dos mapas cognitivos MCDA-C (E), tabelas de valores para os descritores (F) um glossário (G), um modelo relacional para o framework (H), diagramas UML com definições de classes para as temáticas (I), scripts para migração de bases (J) e ao final um DVD-R contendo o framework OpenCGFW e demais fontes de pesquisa da tese;
- ✓ nos anexos, apresenta-se o quadro com ações prioritárias para o plano de migração de software livre no país (A), quadro com especificações do e-ping (2008) para acesso as estações de trabalho (B), quadro com especificações de integração egov(2008) (C), lista de referência de produtores de dados geográficos (D), codificação {.map} do MapServer (E), o algoritmo APRIORI (F), o algoritmo ID3 (G), a codificação GML no OpenJUMP (H), código gerado para o software SPRING Web (I), os padrões de dados geográficos OGR (J), a linha do tempo das distribuições em software livre GNU/LINUX (K) e ao final a popularidade das linguagens de programação conforme LangPop.com (L).

2 SOFTWARE LIVRE E A RELAÇÃO COM OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

A revisão bibliográfica realizada neste item visa conceituar o software livre, apresentar sua trajetória histórica e seus diferentes modelos de licenciamento. Além disso, é apresentada uma análise sobre o software livre no Brasil e os atuais sistemas de informações geográficas livres existentes.

2.1 CONCEITOS

Para Stallman (2002), Software Livre é uma forma de licenciamento de software, resultando desta forma uma nova organização social. Esta organização social tem como elemento fundamental o Projeto de Software Livre, que possui um objetivo principal: desenvolver software.

Ainda segundo a fundação de software livre *Free Software Foundation* (FSF)⁵ fundada em 1985 e Conectiva (2000, p.120), um software é considerado como livre quando atende aos quatro tipos de liberdade para os usuários do software, a saber:

- A liberdade de executar o programa para qualquer propósito;
- A liberdade de estudar como o programa funciona e adaptá-lo para as suas necessidades. Acesso ao código-fonte é um pré-requisito;
- A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo;
- A liberdade de aperfeiçoar o programa e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie. Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

A liberdade de executar o programa significa que qualquer usuário, seja uma entidade física ou jurídica pode utilizar o software em qualquer tipo de sistema computacional, para qualquer tipo de trabalho ou atividade, sem que seja necessário atender a alguma restrição imposta pelo fornecedor.

⁵ Free Software Foundation (FSF) pode ser acessado pelo endereço <http://www.fsf.org/>

Conforme Gesser *et. al.* (2004), a construção de softwares livres apresenta-se como um excelente exemplo de uma controvérsia tecnocientífica contemporânea, pois seu processo constituiu-se atualmente de amplas e conflituosas discussões entre peritos técnicos, envolvendo todas as classes da sociedade, do usuário comum ao produtor, da iniciativa privada aos governos. O software livre possui ainda a especificidade de ser um processo em curso, ou seja, que se encontra em pleno estágio de desenvolvimento e maturidade.

Então, pode-se dizer que um projeto de Software Livre é o conjunto formado por pessoas, ferramentas e um Software Livre específico. As pessoas são em particular os desenvolvedores de software e grande parte delas trabalha de forma voluntária e estão distribuídas geograficamente. As ferramentas por sua vez viabilizam o trabalho, coordenando contribuições e aspectos cruciais do processo de desenvolvimento sobre um licenciamento livre. (GESSER *et. al.*, 2004).

Software livre⁶, segundo a definição criada pela Free Software Foundation é qualquer programa de computador que pode ser usado, copiado, estudado, modificado e redistribuído com algumas restrições. A liberdade de tais diretrizes é central ao conceito, o qual se opõe ao conceito de software proprietário, mas não ao software que é vendido almejando lucro (software comercial). A maneira usual de distribuição de software livre é anexar a este uma licença de software livre, e tornar o código fonte disponível.

2.2 HISTÓRICO E SURGIMENTO DO SOFTWARE LIVRE

Para Gesser *et. al.* (2004), o conceito de software livre surgiu na década de 80, criado por Richard Matthew Stallman⁷, personagem fundamental da história do Software Livre sendo um de seus precursores com o projeto GNU⁸. Em 1984 Stallman fundou a então FSF (*Free Software Foundation*), uma ONG que promove a disseminação e o uso do software livre pelo mundo, sendo atualmente a principal organização patrocinadora do projeto.

⁶ Portal Software Livre no Governo do Brasil – Disponível em <http://www.softwarelivre.gov.br> e também no endereço <http://www.softwarepublico.gov.br/>.

⁷ Fundador do Movimento Free Software do Projeto GNU : <http://www.stallman.org/>

⁸ Projeto GNU - Disponível em <http://www.gnu.org>

O projeto GNU (2007) foi iniciado em 1984 para desenvolver um sistema operacional completo, compatível com outro sistema proprietário denominado UNIX. Ou seja, que fosse um software livre denominado sistema GNU. A partir disso, várias derivações do sistema operacional GNU, que incluem o núcleo (kernel) do Linux, são hoje amplamente utilizadas, embora estes sistemas sejam frequentemente chamados de “Linux”, eles deveriam ser chamados corretamente de sistemas GNU/Linux. No Anexo K é ilustrada a linha do tempo das distribuições Linux.

Com a ascensão do sistema operacional Linux, forma-se pela primeira vez um sistema do gênero completamente licenciado como software livre, inicialmente montado a partir de diferentes fontes (GESSER et. al., 2004). A partir disso, surgiram outras distribuições que ofertaram o mesmo sistema operacional com mais recursos e “fácil” de instalar, a exemplo das distribuições modernas Redhat, Conectiva, Slackware, Debian, SuSE, Corel Linux, Mandrake, Mandriva, Ubuntu dentre outras (CONNECTIVA, 2000).

2.3 PRINCIPAIS LICENÇAS APLICADAS AO SOFTWARE LIVRE

As licenças no mundo da informática podem ser divididas, de modo geral, em licenças de software proprietário e licenças de software livre. As licenças com relação aos softwares proprietários são geralmente comerciais e não permitem a cópia, modificação ou distribuição do software em questão (CONNECTIVA, 2000 p. 119).

Define-se software proprietário como sendo aquele cuja cópia, redistribuição ou modificação são de alguma forma proibidos pelo seu proprietário. Para usar, copiar ou redistribuir se deve solicitar permissão ao proprietário, ou pagar para poder fazê-lo. Por sua vez, todo software comercial é desenvolvido por uma empresa com o objetivo de lucrar com sua utilização. Destaca-se que “comercial” e “proprietário”, nem sempre são utilizados com mesmo propósito.

A maioria dos softwares comerciais é proprietário, mas existe software livre que é comercial, e existe software proprietário que não é comercial. As licenças de Software Livre são voltadas para licenciar e

defender direitos do usuário, tendo como princípios fundamentais zelar pelo: uso, código, alteração e redistribuição livre.

Para Reis (2003), uma definição pleonástica apresenta o software livre como sendo um software licenciado com uma licença livre. Estas licenças compõem o substrato mínimo para permitir a existência de Software Livre, substrato mínimo e fundamental.

Conforme Conectiva (2000, p. 120) e Lozano (2008), as licenças de software livre podem ser divididas, de modo geral, em dois grupos: “licenças de documentação” e “licenças de software”. A licença GNU-GPL (Licença Pública Geral) é uma das mais conhecidas e talvez uma das mais utilizadas como licença de software.

A licença GPL foi criada para garantir que cópias de softwares livres possam ser distribuídas, alteradas ou utilizadas (na sua totalidade ou em parte) por novos programas. A GNU-FDL (*Free Documentation License*) é do tipo Licença de Documentação Livre e embora seja semelhante a GPL, possui características específicas para documentos.

A GPL do GNU foi desenhada de modo que seja facilmente aplicável aos próprios programas, por exemplo, se um programa está salvaguardado sobre copyright, não tem que modificar a GNU GPL, apenas adicionar notas ao programa que se refiram adequadamente à GPL. Para incorporar a licença é necessário utilizar o texto completo da GPL, pois é um conjunto indivisível, e cópias parciais não são permitidas. Esta regra também é aplicada com a utilização da licença na versão LGPL-v3⁹.

Utilizar os mesmos termos de distribuição para vários programas diferentes torna mais fácil copiar código entre eles. A LGPL inclui um termo que deixa alterar os termos de distribuição para a GPL original, de modo que é possível copiar o código de um programa LGPL para um programa coberto pela GPL. No quadro 1 são mostradas as licenças compatíveis e incompatíveis à GNU GPL. Outras informações adicionais sobre as licenças apresentadas podem ser encontradas em <http://www.opensource.org/licenses>.

⁹ LGPL: (GNU Lesser General Public License) Disponível em: <http://www.gnu.org/licenses/lgpl.html>

Quadro 1 - Licenças compatíveis com GNU GPL.

Tipo da Licença	Situação GPL
Pública Geral GNU (GNU GPL)	Compatível
Pública Geral Menor do GNU (GNU LGPL)	Compatível
Licença das unidades de tempo de execução do compilador GNU Ada.	Compatível
Licença do X11	Compatível
Expat. (MIT)	Compatível
Standard ML of New Jersey Copyright License.	Compatível
Licença Geral do Cryptix.	Compatível
Licença modificada do BSD	Compatível
Licença da Zlib.	Compatível
Licença e Nota de Software do w3c.	Compatível
Licença Banco de Dados de Berkeley (Publicada 12/09/1999).	Compatível
Licença do Python 1.6 a 2 e versões anteriores.	Compatível
Licença do Python 2.0.1, 2.1.1 e versões posteriores.	Compatível
Licença do Perl.	Compatível
Licença Artística Clarificada (usada pelo NcFTP).	Compatível
Creative Commons General Public License – GPL v.2.0. (Licença oficial adotada pelo Governo Brasileiro, publicado no diário oficial da união DOU N ^o .13 de 19/01/2011)	Compatível
Licença do Javascript da Netscape	Compatível
Licença Original do BSD	Incompatível
Licença do Apache, Versão 1.1.	Incompatível
Licença Pública do Zope.	Incompatível
Licença do xinetd.	Incompatível
Licença do Python 1.6b1 e versões posteriores.	Incompatível
Licença do OpenLDAP, Versão 2.3.	Incompatível
Licença Pública da IBM, versão 1.0	Incompatível
Licença do Phorum	Incompatível
Licença Pública do Projeto Látex	Incompatível
Licença Pública do Mozilla (MPL).	Incompatível
Licença de Código Aberto do Netizen (NOSL), versão 1.0.	Incompatível
Licença Pública do Interbase (IPL), versão 1.0.	Incompatível
Licença Pública da Netscape (NPL)	Incompatível
Licença de Código Aberto do Jabber, versão 1.0	Incompatível
Licença de Código de Padrões da Indústria da Sun 1.0	Incompatível
Licença Pública do Qt (QPL).	Incompatível
Licença do FreeType	Incompatível
Licença do PHP, Versão 2.02.	Incompatível
Licença Creative Commons – Atribuição-USO Não-Comercial 2.5 Brasil	Incompatível
Licença Pública de Marca – LPM	Incompatível

Fonte: Lozano (2008) e SPB (2011).

2.4 SOFTWARE LIVRE E POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

De acordo com e-GOV (2006), o estabelecimento do Comitê Executivo de Governo Eletrônico (Decreto de 18 de Outubro de 2000) pode ser considerado um dos grandes marcos do compromisso do conselho de governo em prol da evolução da prestação de serviços e informações ao cidadão.

A partir do ano de 2003, o Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, através da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI/MP), exercendo as atribuições de Secretaria-Executiva, garante o apoio técnico-administrativo necessário ao funcionamento do Comitê Executivo de Governo Eletrônico. Em novembro de 2003, a Presidência da República publicou um Decreto¹⁰ criando oito Comitês Técnicos de Governo Eletrônico, com a finalidade de coordenar e articular o planejamento e a implementação de projetos e ações nas respectivas áreas de competência, com as seguintes denominações:

- I. Implementação do **Software Livre**;
- II. Inclusão Digital;
- III. Integração de Sistemas;
- IV. Sistemas Legados e Licenças de Software;
- V. Gestão de Sítios e Serviços On-line;
- VI. Infraestrutura de Rede;
- VII. Governo para Governo – G2G;
- VIII. Gestão de Conhecimentos e Informação Estratégica.

O Governo Federal Brasileiro definiu as diretrizes e princípios para gestão de Tecnologia da Informação no Brasil¹¹, estabelecendo a utilização de software livre como opção estratégica. Tal iniciativa reflete o interesse na promoção da eficiência da Administração Pública, decorrente da independência tecnológica e de fornecedor, além da racionalização dos recursos aplicados, sem perda da qualidade dos serviços. Para tanto, torna-se fundamental o planejamento cuidadoso da transição para esse novo ambiente, considerando custos e riscos inerentes ao processo, de forma a permitir a realização de migrações

¹⁰ Decreto publicado no Diário Oficial do dia 30 de outubro de 2003. Seção 1, pg. 4.

¹¹ Software Livre Brasil – Disponível em <http://www.softwarelivre.gov.br/>

gerencialmente estáveis, com garantia de interoperabilidade e salvaguarda das informações.

Nesse contexto, é encontrado o Plano de Padronização do Ambiente e Migração para Software Livre do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, que objetiva definir procedimentos técnicos, metas, prazos, custos e atividades a serem desenvolvidas, de acordo com a realidade da instituição, em consonância com as recomendações apresentadas no Guia Livre¹² – Referência de Migração para Software Livre do Governo Federal.

A justificativa do Ministério do Planejamento para a migração vem da necessidade de aquisição de novas licenças de software, tanto para seu sistema de correio eletrônico como para instalações de ferramenta de automação de escritório.

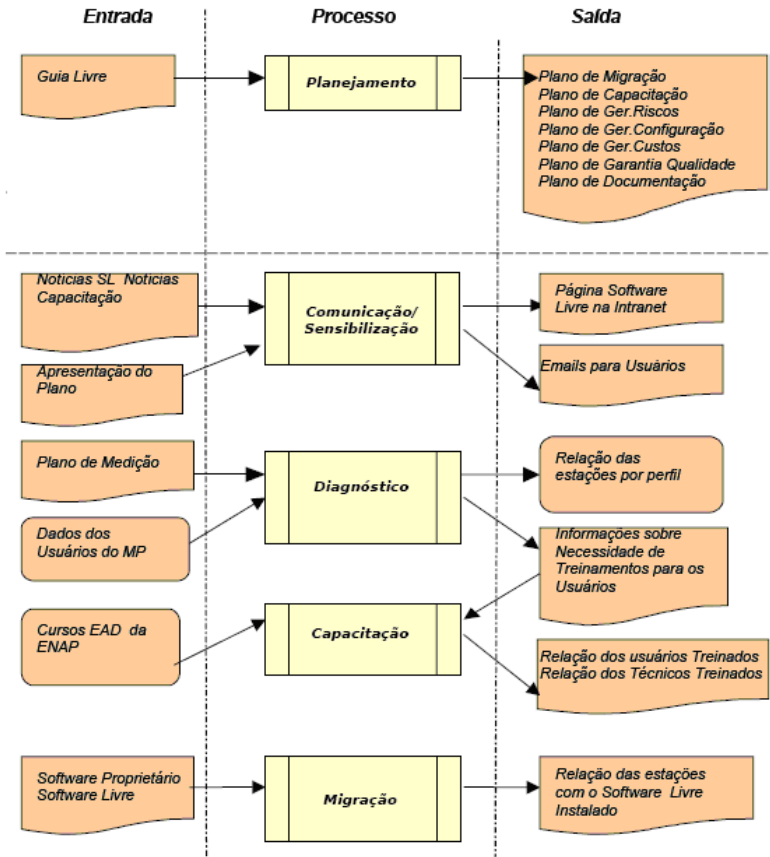
Estas aquisições representam um gasto de recursos em licença de software que pode ser minimizado significativamente com a adoção de ferramentas de software livre com funcionalidades similares.

Aproveitando o momento propício, pode-se também adotar a utilização de software livre em outros segmentos, como exemplo o navegador da internet e o sistema operacional GNU/Linux, agregando diversas vantagens, tais como a flexibilidade no gerenciamento da rede, mais segurança em diversos serviços executados pelos usuários, melhor aproveitamento dos equipamentos, entre outros.

Na figura 3, verifica-se o fluxo dos processos do plano de padronização do ambiente e migração para software livre do Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão na versão 1.2. Também são destacadas as propostas para efetivação das atividades e migração de software proprietário de código fonte restrito e de alto custo, para softwares livres de código aberto visando a redução de investimentos na aquisição de soluções para órgãos públicos do governo federal.

¹² Mais informações e a cópia da versão eletrônica do Guia Livre podem ser encontradas no endereço: <http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/guia-livre>.

Figura 3 – Fluxo dos Processos.



Fonte: e-Gov (2006).

Cada etapa do fluxo referente ao Plano de Padronização do Ambiente e Migração para Software Livre no Brasil pode ser encontrada nos seguintes endereços:

- <http://www.softwarelivre.gov.br>
- <http://www.softwarepublico.gov.br/>
- <http://www.governoeletronico.gov.br/guialivre>
- <http://www.agrolivre.gov.br>
- <http://www.comsoli.org>
- <http://www.eping.e.gov.br>

Com relação ao geoprocessamento e ao padrão de linguagem para intercâmbio de informações geográficas para a padronização nacional, as problemáticas ainda encontram-se no campo das discussões.

Conforme e-PING (2008), embora haja tendência de recomendação relativa à utilização do GML como padrão de dados para o componente junto aos sistemas de informação geográfica, estudos ainda estão sendo realizados visando a sua adequação à realidade da APF (Administração Pública Federal).

2.5 DIRETRIZES DO e-GOV

O desenvolvimento de programas de governo eletrônico tem como princípio a utilização das modernas tecnologias de informação e comunicação (TICs) para democratizar o acesso à informação, ampliar discussões e dinamizar a prestação de serviços públicos com foco na eficiência e efetividade das funções governamentais.

Conforme e-GOV (2011), para isso é definido um conjunto de especificações para tratamento de particularidades que possam manter a comunicação entre as diferentes tecnologias implantadas junto aos órgãos públicos, sendo elas o e-MAG¹³, e-PING, e-PMG e também o e-PWG.

2.5.1 e-MAG: Modelo de Acessibilidade do Governo Eletrônico

São especificações para o modelo de acessibilidade de governo eletrônico (e-MAG), auxiliando na construção de sítios. Sendo uma exigência do decreto 5.296, publicado em dezembro de 2004, que torna obrigatória a acessibilidade nos portais e sítios eletrônicos da administração pública na rede mundial de computadores para o uso das pessoas com necessidades especiais, garantindo-lhes o pleno acesso aos conteúdos disponíveis.

¹³ e-MAG - Disponível em: <http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-MAG>

O e-MAG, consiste em um conjunto de recomendações a ser considerado para que o processo de acessibilidade dos sítios e portais do governo brasileiro seja conduzido de forma padronizada e de fácil implementação. Ainda, o e-MAG é coerente com as necessidades brasileiras e em conformidade com os padrões internacionais. Foi formulado para orientar profissionais que tenham contato com publicação de informações ou serviços na internet a desenvolver, alterar e adequar páginas, sítios e portais, tornando-os acessíveis ao maior número de pessoas possível.

2.5.2 e-PING: Padrões de Interoperabilidade do Governo Eletrônico

Conforme e-PING (2006), são apresentadas as especificações para os produtos que geram os formatos de arquivos citados no Anexo B, que tem como objetivo único a identificação de uma referência mínima a partir da qual os serviços de e-Gov devem intercambiar dados e informações, estando aptos a receber ou enviar arquivos em versões iguais ou posteriores às mencionadas. Em particular na área de integração de dados conforme e-PING (2008), também são estabelecidas especificações e técnicas para temas transversais, conforme ilustrados no Anexo C.

A partir da identificação destas especificações para desenvolvimento do e-PING, originaram-se trabalhos para a padronização de estruturas dos dados geográficos, que por sua vez proporcionaram a organização da infraestrutura nacional de dados espaciais - INDE.

A INDE foi legalmente instituída pelo Decreto Presidencial nº 6.666¹⁴, de 27 de novembro de 2008. Além de formular definições, apontar responsabilidades e estabelecer diretrizes, o Decreto estipulou um prazo de 180 dias para a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) elaborar um plano de ação para implantação da INDE e submetê-lo ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP). No inciso VIII do seu Artigo 6º, o Decreto apresentou uma lista mínima de itens a serem endereçados no referido plano.

¹⁴ Decreto Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm

Para PY (2011), a IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) do Brasil, inicialmente foi planejada para estabelecer políticas, dados, metadados, tecnologia, padrões, recursos humanos e marcos legais. A partir desse planejamento e com sua implementação é proposto o DBDG (Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais).

Conforme PY (2011), a CONCAR votou pela criação de um Comitê Técnico que ficaria responsável pela elaboração do plano de ação para implantação da INDE. Este Comitê, denominado CINDE (Comitê para o Planejamento da INDE), foi constituído por 115 integrantes de diferentes organizações ligadas à produção e utilização de dados geoespaciais.

A partir desse fato a INDE através do plano de ação para implantação da infraestrutura nacional de dados espaciais¹⁵, primeiramente identifica os atores da INDE denominados produtores e gestores de dados geoespaciais no país, destacando alguns dos produtores oficiais do setor federal. São considerados oficiais porque têm sua atuação respaldada por diplomas legais em vigor, entre os quais os que regulamentam os sistemas identificados e ilustrados no quadro 3.

Também aborda conceitos e definições essenciais para o desenvolvimento do Plano de Ação, com destaque para os elementos da arquitetura informacional da IDE, a saber: dados, metadados e serviços. Oferece informações sobre experiências internacionais e propõe uma estratégia para a INDE baseada em ciclos de implantação.

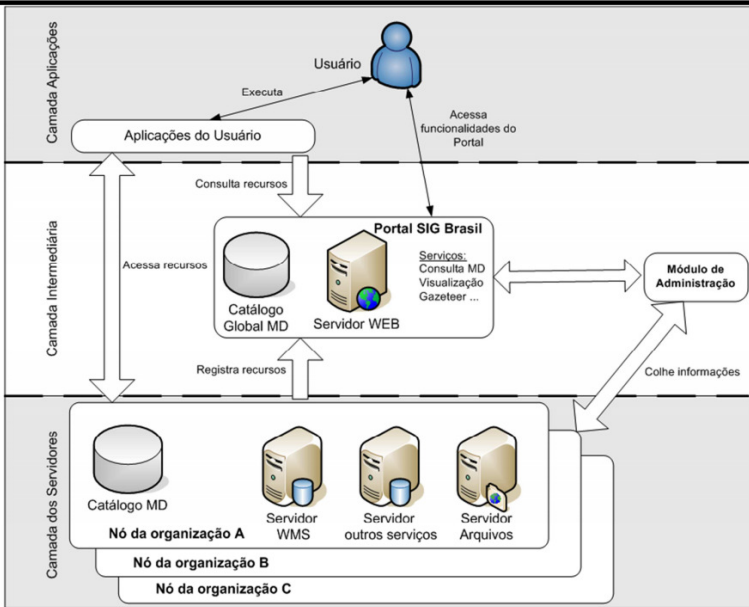
Na figura 4 é apresentado o esquema funcional proposto para infraestrutura que as organizações participantes devem manter para atender aos requisitos mínimos de ingresso a INDE. Para essa infraestrutura inicialmente são idealizadas três camadas de acordo com as especificações do plano de ação e implantação. Na primeira camada são identificados os servidores que suportam padrões e serviços necessários para implantação nas instituições. Na camada intermediária ocorre o gerenciamento dos dados e metadados, devidamente catalogados conforme atribuições da CONCAR/CINDE. Na terceira e última camada ocorre o desenvolvimento de aplicações que tenham

¹⁵ Plano de Ação da INDE. Disponível em:
<http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/PlanoDeAcaoINDE.pdf>

acesso através do portal da INDE ao catálogo nacional de dados geoespaciais para atender principalmente a demanda dos usuários.

Figura 4 – Esquema Funcional para INDE.

A Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais



Fonte: Adaptada de PY (2011).

A infraestrutura proposta enfatiza a dimensão organizacional do plano de ação, orientando-o quanto às questões gerais de política, legislação e coordenação associadas ao esforço de construção de uma IDE. Para fundamentação é analisado o Decreto nº 6.666/08 que trata sobre os princípios norteadores da INDE, depois de examinar as motivações, benefícios e riscos associados a esta iniciativa, e tecer recomendações para a implantação. Também fornece subsídios à criação de uma estrutura de gestão para a INDE. O quadro 2 apresenta alguns produtores de dados geoespaciais em paralelo ao amparo legal para suas atividades.

Quadro 2 – Produtores, Sistemas e Amparo Legal.

Produtor	Sistemas / Amparo Legal
Marinha do Brasil - DHN Exército Brasileiro - DSG Aeronáutica – ICA IBGE	Sistema Cartográfico Nacional (SCN) Decreto-Lei 243, de 28/2/1967 Decreto 89.817, de 20/6/1984
IBGE	Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) Decreto-Lei 243, de 28/2/1967 Decreto 89.817, de 20/6/1984
IBGE	Sistema Estatístico Nacional (SEN) Lei 6.183, de 11/12/1974 I
Serviço Geológico Brasileiro IBGE	Sistema Geológico Brasileiro Constituição de 1988, artigo 22/XVII Decreto-Lei 764, de 15/8/1969 Lei 8.970, de 28/12/1994 Decreto 1.524, de 20/06/1995 Lei 5.878, de maio/1973 Decreto-Lei 4.740, de 13/06/2003
Partes integrantes do SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente (MMA e vinculadas)	Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (SINIMA) Lei. 6.938, de 31/08/1981 Decreto 99.274, de 06/06/1990
MDA – INCRA	Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR) Lei 10.267, de 30/10/2001

Fonte: Adaptada de Brasil (2008) e CINDE - Comitê de Planejamento da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (2010).

O Decreto-Lei nº. 243/67¹⁶, em seu capítulo IV, aborda a Representação do Espaço Territorial e estabelece que o espaço brasileiro será representado através de cartas e outras formas afins. As cartas, quanto à representação dimensional, classificam-se em Planimétricas e Planoaltimétricas; e, quanto ao caráter informativo, em Cartas Gerais, Especiais e Temáticas.

¹⁶ Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/109282/decreto-lei-243-67>

- ✓ Cartas Gerais – “proporcionam informações genéricas de uso não particularizado”;
- ✓ Cartas Temáticas – são aquelas que “apresentam um ou mais fenômenos específicos, servindo a representação dimensional apenas para situar o tema”; e
- ✓ Cartas Especiais – são aquelas que “registram informações específicas, destinadas, em particular, a uma única classe de usuários”.

As definições do Decreto-Lei nº. 243/67 e as normas e especificações correspondentes (Decreto-Lei nº. 89.817/84) identificam a hierarquia, os tipos de cartas e os produtos do Sistema Cartográfico Nacional (SCN), considerando que as cartas do mapeamento sistemático básico terrestre abrangem as escalas de 1:1.000.000 a 1:25.000, e obedecem a um padrão internacional de nomenclatura.

O Anexo D apresenta uma lista de referência dos atores e geradores de dados geográficos, não estando completa com os dados geoespaciais especiais. Para o CINDE a lista pode ser ampliada, à medida que novos produtores e gestores, não necessariamente restritos ao setor federal, forem identificados e incorporados ao processo durante os levantamentos e diagnósticos previstos sobre atribuições legais de produção e disseminação de dados geoespaciais.

Para Neto (2010), as especificações técnicas estabelecidas no primeiro ciclo da INDE referem-se aos padrões cartográficos, não contemplando padrões de precisão posicional.

2.5.3 e-PMG: Padrão de Metadados do Governo Eletrônico

Contém especificações para o padrão de metadados do governo eletrônico e estabelecendo a semântica dos elementos, qualificadores e a forma de usá-los para descrição dos recursos informacionais. (e-PMG, 2010)

O objetivo do e-PMG é assegurar que pesquisas as informações do governo brasileiro na web tenham acesso rápido e eficiente aos recursos. Os elementos e-PMG têm o propósito de facilitar a localização dos recursos que as pessoas necessitam, mesmo que elas não possuam

conhecimento detalhado da localização ou da entidade responsável pela informação.

A estruturação dos metadados conforme (e-PMG, 2010), em especial para os sistemas do governo brasileiro, visa atender aos requisitos de integração de um grande número de sistemas que são adotados por instituições públicas, mas não fica restrito apenas aos sistemas existentes ou aos desenvolvidos para o e-GOV.

O e-PMG também estabelece um conjunto mínimo de elementos que contém dados necessários para a recuperação e gerenciamento de informações. Cada elemento contém informações relacionadas a um aspecto específico do recurso. As principais razões para o desenvolvimento do e-PMG são:

- A modernização do governo exige melhor uso da informação oficial, unindo sistemas, políticas e serviços destinados às necessidades do cidadão;
- Os metadados facilitam gerenciar e recuperar informação, esteja na forma eletrônica (páginas web, documentos digitais, imagens, áudio, etc.) ou não eletrônica.

2.5.4 e-PWG: Padrões Web do Governo Eletrônico

Os padrões web para o governo eletrônico são recomendações de boas práticas agrupadas com o objetivo de aprimorar a comunicação e o fornecimento de informações e serviços prestados por meios eletrônicos pelos órgãos do governo federal. (e-PWG, 2011)

Através de um conjunto de documentos que auxiliam no entendimento dos padrões a serem tratados pelos sistemas do e-GOV, sendo formalizadas as especificações através da cartilha de codificação¹⁷, do guia de administração¹⁸, da cartilha de usabilidade¹⁹, da cartilha de redação de conteúdo²⁰, da cartilha de desenho e

¹⁷ Codificação: <http://epwg.governoeletronico.gov.br/cartilha-codificacao>

¹⁸ Administração: <http://epwg.governoeletronico.gov.br/guia-administracao>

¹⁹ Usabilidade: <http://epwg.governoeletronico.gov.br/cartilha-usabilidade>

²⁰ Redação: <http://epwg.governoeletronico.gov.br/cartilha-redacao>

arquitetura de conteúdo, além de modelos e arquivos-base. A implementação dos padrões traz várias vantagens na gestão de sítios como a garantia do nível de qualidade, pois possibilita a mensuração de resultados. Fornece também requisitos para a correta execução das atividades. Além disso, a padronização desses ambientes acelera o processo de adaptação e migração para tecnologias inovadoras.

2.6 TECNOLOGIAS PARA GEOPROCESSAMENTO

Para Buzai et. al. (2006), a geografia automatizada corresponde ao processo no qual a partir da década de 1980 são incorporados progressivamente novos desenvolvimentos em tecnologia digital, destinados à análise espacial.

Estas tecnologias digitais apresentam uma grande variedade de possibilidades de aplicações. Os sistemas de informações geográficas como tecnologia de integração, apresentam-se como o principal meio para realizar uma análise socioespacial com a finalidade de prover caminhos e soluções às problemáticas concretas que demandam uma efetiva gestão e planejamento territorial. (BUZAI et. al., 2006)

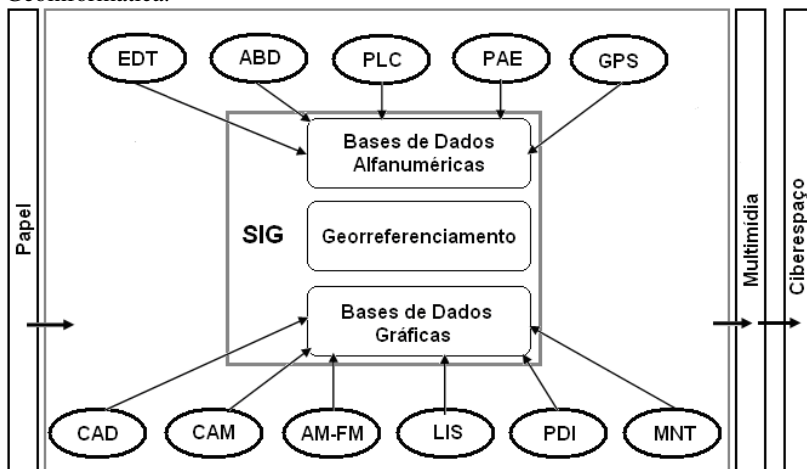
A valorização generalizada destas aplicações é muito importante e seu prestígio cresceu simultaneamente com a incorporação conceitual das variáveis de localização (x,y), de atributos (z) e de tempo (t) em estudos interdisciplinares.

Na figura 5, segundo Buzai et. al. (2006), apresenta-se a diversidade de sistemas adotados na concepção e conseqüentemente na implantação de sistemas de informações geográficas. São eles: (EDT) editores de texto, (ABD) administradores de bases de dados, (PLC) planilhas de cálculo, (PAE) programas de análises estatísticas, (GPS) sistemas de posicionamento global, e com relação ao tratamento de dados geométricos o (CAD) desenho assistido por computador, (CAM) mapeamento assistido por computador, (AM-FM) gestão de infraestrutura, (LIS) sistema de informação de terras, (PDI) processamento digital de imagens e (MNT) modelo numérico de terreno.

Todos os elementos apresentados proporcionam uma sinergia de trabalho em busca de sistemas de informações geográficas cada vez melhores e mais completos em sua existência.

Numa visão abrangente Câmara et. al. (2004), aponta alguns componentes essenciais para a estruturação geral de um SIG, sendo, uma interface com usuário, entrada e integração de dados, funções de consulta e análise espacial, visualização e impressão (plotagem), armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de bancos de dados geográficos). Sendo assim, um Sistema de Informação Geográfica permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados.

Figura 5 – Relação de diferentes tipos de softwares para SIG compondo a Geoinformática.



Fonte: Buzai et. al. (2006 p. 72).

Para Goodchild (1993) e Buzai et. al. (2006), a tecnologia de SIG pode trazer enormes benefícios devido à sua capacidade de manipular a informação espacial de forma precisa, rápida e sofisticada. Na década de 80, o uso de SIG tornou-se comum nas empresas, nas universidades, órgãos governamentais, e também utilizado por diversos profissionais nas mais variadas aplicações. Essa diversidade de usos e aplicações fez surgir várias definições de SIG, tais como:

“conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real” (BURROUGH, 1986);

“um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais” (SMITH et al., 1987);

“um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas” (COWEN, 1988);

“um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados” (ARONOFF, 1989); e

“os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são, na realidade, uma tecnologia do mundo contemporâneo” (SILVA, 2003).

Conforme Silva (2003), o SIG tem como característica principal a capacidade de integrar e transformar dados espaciais, ou seja, os Sistemas de Informações Georreferenciadas ou Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são usualmente aceitos como sendo uma tecnologia que possui o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais e, portanto, oferece, ao ser implementada, alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico, compondo o chamado universo da Geotecnologia, ao lado do Processamento Digital de Imagens (PDI) e da Geoestatística.

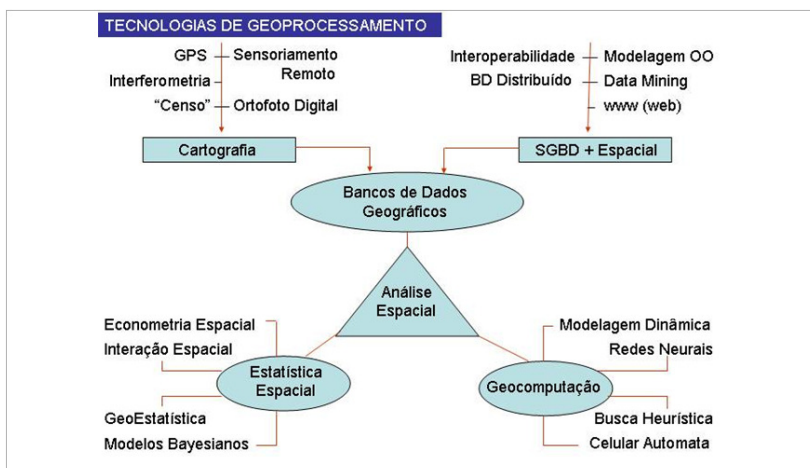
Para Câmara (2000), na medida em que avança a montagem de soluções corporativas de geoinformação, cresce a necessidade de técnicas de análise espacial, imprescindíveis para fazer bom uso desses grandes bancos de dados. Isso aponta para um cenário com grandes desafios e muita necessidade de atualização por todos.

Na figura 6, apresenta-se uma visão da integração entre as diferentes tecnologias de geoprocessamento disponíveis para os diversos profissionais. Entre elas têm-se bancos de dados geográficos e a análise

espacial que representam o núcleo central de um sistema de informações geográficas.

Conforme Câmara (2003), as tecnologias de geoprocessamento também denominadas de geotecnologias, quando unidas ao software livre proporciona desenvolvimento tecnológico das instituições. Embora tenha um tempo maior de desenvolvimento e maturidade o software livre vem sendo responsável por uma grande revolução tecnológica nestes últimos anos.

Figura 6 – Tecnologias de Geoprocessamento.



Fonte: Adaptado de Câmara (2000) e Pina et. al. (2000 p.14).

Para Uchoa et. al. (2007), sem dúvida, este fato é mais visível na área de Tecnologia da Informação (TI), mas um número cada vez maior de setores dependentes de softwares comerciais está aderindo aos sistemas abertos. Atualmente, aplicações baseadas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), por exemplo, já podem ser implementadas em um ambiente completamente livre, sem qualquer custo de licenciamento de software.

As possibilidades com a utilização do software livre são muitas e o maior problema é saber identificar a melhor opção para cada caso. Acompanhar a evolução do software livre requer

um estudo contínuo e intenso, por isso os profissionais desta área precisam possuir um alto grau de dedicação. Um ponto importante, não somente para os projetos com Softwares Livres, mas até mesmo para os comerciais, pois é um requisito para ficar em conformidade com as especificações OpenGIS visando a melhor integração da solução final. O correto entendimento do potencial das soluções livres é o que vai permitir que o melhor custo/benefício seja obtido num projeto. (UCHOA et. al, 2007)

2.7 SOFTWARE LIVRE PARA GEOPROCESSAMENTO

As soluções livres vêm se firmando como alternativas em relação aos softwares comerciais em várias áreas de aplicação, inclusive geoprocessamento. Sendo assim, procurou-se avaliar alguns destes softwares livres, voltados exclusivamente para o usuário final. Dentre as várias fontes de pesquisa para consulta sobre esses softwares livres cita-se o site <http://www.freegis.org/> que contém uma lista atualizada sobre o assunto.

De acordo com Ramos (2005) e o Grupo Temático de Georreferenciamento – Governo Eletrônico (2006), os problemas do Georreferenciamento Livre ocorrem pela falta de:

- Consenso e/ou conhecimento de: Ferramentas de edição de dados espaciais, Ferramentas de geração de cartas, mapas impressos, Construção de Base de Dados (SGBD, catálogos de dados), Ferramentas de análise espacial (rede, estatística, MNT, PDI);
- Adoção de padrões de comunicação, interoperabilidade;
- Recursos humanos para desenvolvimento, manutenção, customização, etc.;
- Política de longo prazo de software livre;
- Recursos humanos para apreender e utilizar a geoinformação;
- Parcerias institucionais para compartilhamento de dados;
- Criação de comunidades (banco de competências).

Para Ramos (2005) e o Grupo Temático de Georreferenciamento (2006), as soluções para os problemas apresentados podem ser viabilizadas se for dada prioridade aos seguintes itens:

- Financiamento de Grupo de Pesquisa sobre as Ferramentas;
- Propor ferramentas de edição de dados espaciais;
- Propor ferramentas de geração de cartas, mapas impressos e adotar padrões;
- Propor ferramentas de análise espacial (rede, estatística, MNT, PDI);
- Criar diretrizes governamentais no sentido de estabelecer parcerias para implementar o catálogo das informações geográficas;
- Criar e sustentar um plano de comunicação eficiente para difusão de iniciativas do governo em geoinformação.
- Identificar e propor os padrões de interoperabilidade, ou conformidades com o OGC.

Em consonância com o Ministério do Meio Ambiente (MMA/CGTI, 2005), alguns softwares (Apêndice B) foram instalados e analisados procurando-se identificar as principais funcionalidades existentes. Grande parte desses softwares possuem uma interface gráfica que não implementa todas as potencialidades, porém, para o usuário comum, geralmente é a interface genérica que será de fato utilizada. Em função disso, as análises realizadas neste trabalho se restringiram às funcionalidades disponíveis em cada uma destas interfaces.

No Apêndice B, apresenta-se o estudo das principais ferramentas livres e também das proprietárias, totalizando 277 diferentes soluções para auxiliar nos trabalhos de geoprocessamento das instituições públicas ou privadas. Na coluna "Uso" é indicada a utilização a qual melhor se adapta o programa analisado. Essa classificação visa apenas indicar qual seria o potencial do programa, devendo ser considerada como uma classificação genérica.

Os programas que possuem maior abrangência com relação às suas funções disponíveis foram indicados para uso em SIG (Sistemas de Informação Geográfica), acreditando-se que esses softwares podem resolver a grande maioria dos problemas de processamento de dados geográficos.

Também foram observados os seguintes aspectos:

- a) qual o programa, versão e licenciamento;
- b) seu uso e descrição;
- c) destaques importantes;

Na coluna "descrição" é apresentada uma visão geral do programa. Em "destaque", são indicados os pontos positivos ou inovadores. Em paralelo também foram avaliados aspectos referentes às maiores carências. Dentre os quais cita-se os seguintes pontos:

- acesso a dados nas estruturas raster e vetorial (ferramentas de importação ou leitura direta de determinados formatos de arquivo, conexão com bancos de dados MySQL, PostGis, etc);
- funções de navegação;
- funções de consulta espacial;
- funções de digitalização;
- funções de análise espacial;
- impressão de mapas.

2.8 FERRAMENTAS PARA DESENVOLVIMENTO DE FRAMEWORKS

Conforme Pressman (2002, pp. 751), a World Wide Web e a internet colocaram as pessoas e as instituições, em geral, no mundo da computação. Ao longo do tempo desencadearam-se várias demandas para o uso de recursos cada vez mais sofisticados para o mundo virtual da web. Isso originou o desenvolvimento de softwares para atender necessidades específicas através deste ambiente, exigindo o domínio de aplicações web complexas também denominados sistemas baseados na web (WebApps), sendo a engenharia web o processo usado para criar estas WebApps de alta qualidade. Ainda:

[...] a engenharia da web não é um clone perfeito da engenharia de software, mas toma emprestado dela muitos conceitos e princípios fundamentais, enfatizando as mesmas atividades técnicas e de gestão. (PRESSMAN, 2002 p. 751)

[...] a implementação de sistemas e aplicações baseadas na web incorporam três importantes tecnologias de realização: desenvolvimento baseado em componentes, segurança e padrões da internet. Devendo-se estar familiarizado com todas a fim de construir WebApps de alta qualidade. (PRESSMAN, 2002 p. 755)

A execução das aplicações web ocorre tradicionalmente sobre um ambiente específico denominado servidor web, sendo este responsável por assegurar todas as transações requisitadas, principalmente através de um navegador web. A seguir são relacionados os servidores web comumente adotados, além daqueles que deram origem as outras derivações, dentre os quais cita-se:

- a) Apache HTTP Server – (<http://httpd.apache.org/download.cgi>)
- b) Apache Tomcat – (<http://tomcat.apache.org/>)
- c) IIS - Internet Information Server (<http://www.microsoft.com>)
- d) PWS - Personal Web Server (<http://www.microsoft.com>)
- e) Hiawatha (<http://www.hiawatha-webserver.org>)
- f) IBM HTTP Server (baseado no Apache HTTP Server), antigo Domino Go Webserver (<http://www-01.ibm.com/software/webservers/httpservers/>)
- g) LIGHTTPD Server - (<http://www.lighttpd.net/>)
- h) Boa web server – (<http://www.boa.org/>)
- i) Zeus Web Server – (<http://www.zeus.com/products/web-server/index.html>)
- j) BadBlue – (<http://www.badblue.com/prod.htm>)
- k) AOLserver (AOLWebServer) – (<http://www.aolserver.com/>)
- l) Covalent Enterprise Ready Server, baseado no Apache HTTP Server - (<http://www.covalent.net/resource/documentation/ers/2.1.0/HTML/InstallGuide/installers.html>)
- m) NaviServer – (<http://sourceforge.net/projects/naviserver/>)
- n) Fnord - (<http://www.fefe.de/fnord/>)
- o) Nginx – (<http://nginx.org/>)
- p) Oracle HTTP Server, baseado no Apache HTTP Server <http://www.oracle.com/technology/products/ias/ohs/index.html>
- q) Roxen WebServer – (<http://community.roxen.com/>)
- r) httpd da ACME Laboratories <http://acme.com/software/thttpd/>

- s) Sun Java System Web Server (Sun Microsystems), anteriormente denominado Sun ONE Web Server, iPlanet Web Server, and Netscape Enterprise Server. (http://www.sun.com/software/products/web_srvr/index.xml)

Por sua vez, um servidor web é uma importante plataforma estável e segura para o funcionamento de aplicações cada vez mais complexas e que possibilitam a implementação de inúmeros recursos para o desenvolvimento de novos aplicativos web. Com este cenário surgem os frameworks para o desenvolvimento de softwares web, apresentando vários formatos e padrões para elaboração de projetos de pequena, média e grande complexidade.

De acordo com o propósito deste trabalho, interessam apenas as definições para framework de sistemas, especialmente os orientados a objetos. Sendo apresentadas as principais vantagens e desvantagens na utilização de um framework, principalmente para o desenvolvimento de softwares de código aberto para este ambiente.

Com relação ao desenvolvimento de softwares para Sauv  (2006) e Soares (2009), um framework, também denominado arcabouço,   uma estrutura de suporte definida a exemplo de classes, módulos e métodos, em que outros projetos de software podem ser organizados e desenvolvidos. Um framework pode incluir programas de suporte, bibliotecas de código, linguagens de script e outros softwares para ajudar a desenvolver e juntar diferentes componentes de um projeto de software como um todo.

Segundo os autores pode-se definir framework como:

[...] a defini o mais aceita para um framework orientado a objetos, apresenta um conjunto de classes que provê a abstra o para resolver uma família de problemas. (JOHNSON et. al., 1988)

[...] framework   um esqueleto de implementa o de uma aplica o ou de um subsistema de aplica o, em um domínio de problemas particular.   composto de classes abstratas e concretas e provê um modelo de intera o ou colabora o entre as instâncias de classes definidas. (WIRFS-BROCK et. al., 1990)

[...] um framework é um conjunto de classes que colaboram para realizar uma responsabilidade para um domínio de um subsistema da aplicação. (FAYAD et. al., 1997)

[...] um framework de desenvolvimento é uma “base” de onde se pode desenvolver algo maior ou mais específico. É uma coleção de códigos-fonte, classes, funções, técnicas e metodologias que facilitam o desenvolvimento de softwares. (MINETTO, 2007)

Os frameworks são projetados com a intenção de facilitar o desenvolvimento de novos softwares, habilitando também profissionais de outras áreas conhecidos como designers e programadores a investir mais tempo na especificação de exigências de um software do que com detalhes de codificação para os hardwares através de linguagens de máquina (baixo nível).

Com a utilização da orientação a objeto, pode-se dizer que um framework é um conjunto de classes com objetivo de reutilização de um design, provendo um guia para uma solução de arquitetura em um domínio específico de software. Além disto, um framework se diferencia de uma simples biblioteca, pois esta se concentra apenas em oferecer a implementação de funcionalidades, sem definir a reutilização de uma solução de arquitetura (design).

Existem várias definições para os frameworks, sendo que, para Sauv  (2006) parte delas abordam as seguintes características:

- ✓ um framework provê uma soluço para uma família de problemas semelhantes;
- ✓ um framework deve ser reutilizável, este   o propósito final, dispor de boa documenta o e ser fácil de utiliza o;
- ✓ deve ser extensível, o framework deve conter funcionalidade abstrata (sem implementa o) que deve ser completada;
- ✓ deve ser de uso seguro, o desenvolvedor de aplica es não pode destruir o framework;
- ✓ deve ser eficiente, devido a seu uso em muitas situa es, algumas das quais poderão necessitar de eficiência;

- ✓ deve ser completo, para endereçar o domínio do problema pretendido.

Ainda segundo Sauv  (2006), as vantagens alcançadas com o uso de frameworks são:

- ✓ Reduzir os custos de projeto, desde que o framework esteja pronto;
- ✓ Reduzir o tempo de desenvolvimento e de negocia o;
- ✓ Aumentar a reutiliza o (análise, design, código e testes);
- ✓ Os desenvolvedores podem se concentrar em agregar valor ao invés de reinventar a roda;
- ✓ Diminuir a manuten o, com a fatora o de aspectos comuns a várias aplica es, aumentar o uso de herança permitindo corrigir todas as aplica es com a troca de apenas uma classe denominada classe-pai, bem como, estabilizar melhor o código com menos defeitos devido ao uso em várias aplica es;
- ✓ Melhorar a consistência e a compatibilidade entre as aplica es;
- ✓ Aumentar e resguardar o conhecimento dos especialistas, ou seja, um framework oferece uma forma de empacotar o conhecimento dos especialistas sobre os domínios de problemas, sendo assim, não   perdido o conhecimento com a saída de especialistas. Resultando na cria o de patrim nio estratégico das institui es.

As desvantagens detectadas no uso de frameworks são:

- ✓ construir um framework   complexo, pois a reutiliza o de código não acontece isoladamente, deve ser planejada.   mais complexo e demora mais fazer uma aplica o tendo que construir um framework ao invés de fazer a aplica o partindo do zero;
- ✓ os benefícios são alcançados a longo prazo;
- ✓ o processo de desenvolvimento deve ser adaptativo e ágil, ou seja, deve ser modificado e também devem ser criados novos incentivos.

Um framework agrega funcionalidades comuns em várias aplica es e as disponibiliza em uma estrutura que tende a ser de fácil manuseio e entendimento. A seguir são apresentados os principais frameworks utilizados no desenvolvimento de aplica es web para

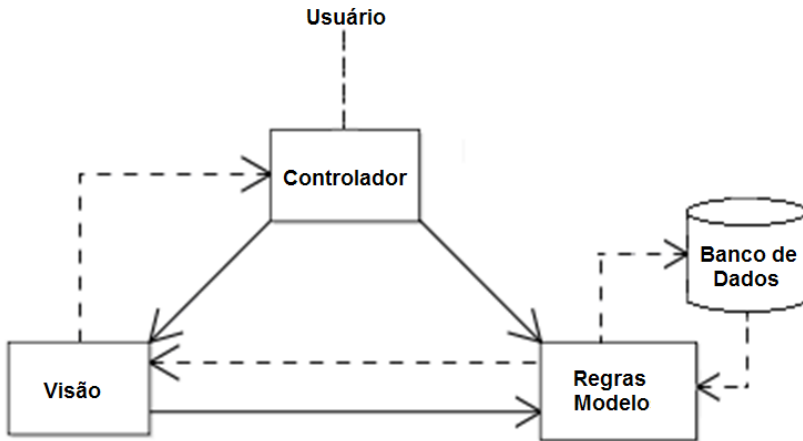
software livre, onde são adotadas inúmeras linguagens de programação, tanto proprietárias quanto livres. Cita-se o ambiente da linguagem Assembler, C, C++, Fortran, Cobol, Pascal, Object Pascal, Visual Basic, VBScript, ASP, C#, Java, JavaScript, JSP, Perl, Rubi, PHP entre outras.

Antes da definição do padrão de desenvolvimento para construção do framework é importante entender o padrão de arquitetura de software denominado MVC (Model, View and Controller), comumente utilizado em aplicações complexas que enviam uma série de dados para o usuário, sendo que, para facilitar o seu entendimento, o desenvolvedor frequentemente necessita separar os dados (Model) da interface (View) conforme apresentado na figura 7. Desta forma, alterações feitas na interface não interferem na manipulação dos dados, e estes poderão ser reorganizados sem alterar a interface do usuário.

O MVC através da separação das tarefas de acesso aos dados e a lógica do negócio da apresentação e interação com o usuário, introduzindo um componente entre os dois: denominado Controller. O MVC é usado em padrões de projeto de software, mas abrange mais da arquitetura de uma aplicação do que propriamente um padrão de projeto. (MELO, 2007) e (DALL’OGLIO, 2007).

A construção de um framework MVC para tarefas colaborativas através de uma aplicação “*web mapping*” visa atender especialmente as necessidades básicas das instituições com relação à manipulação de dados geoespaciais. Para isso, também possui uma importante característica na sua formulação devido ao grande número de softwares livres e de código aberto que apresentam facilidades no reaproveitamento de estruturas para a elaboração de novos aplicativos, sem esquecer da necessidade de reduzir os custos na obtenção dos dados espaciais.

Figura 7 – Modelo Padrão MVC Clássico.



Fonte: Adaptado de Deboni (2007).

Além disso, a construção de um framework deve ter funcionalidades que facilitem a sua utilização e conseqüentemente o aumento da produtividade, bem como a implementação de projetos que realizem a manipulação de vários tipos de dados geoespaciais, isso requer de um ambiente a flexibilidade e o dinamismo com relação ao tratamento de vários processos.

Tornando a operacionalização das aplicações menos complexa, proporcionando facilidades e a usabilidade com apenas alguns comandos do usuário final a exemplo de um click do mouse.

O MVC é difundido principalmente em aplicações para Web, onde a visão (*View*) é geralmente a página HTML, e o código que gera os dados dinâmicos para dentro do HTML é o controlador (*Controller*). E, por fim, o modelo (*Model*) é representado pelo conteúdo de fato, geralmente armazenado em bancos de dados, arquivos textos ou arquivos XML. Ainda que existam diferentes formas de MVC, o controle de fluxo geralmente funciona como segue:

- ✓ O usuário interage com a interface de alguma forma (por exemplo, o usuário aperta um botão – click de um mouse);

- ✓ O controlador manipula o evento da interface do usuário através de uma rotina pré-escrita;
- ✓ O controlador acessa o modelo, possivelmente atualizando-o de uma maneira apropriada, baseado na interação do usuário (por exemplo, atualizando os dados de cadastro do usuário);
- ✓ Algumas implementações de visão utilizam o modelo para gerar uma interface apropriada (por exemplo, mostrando na tela os dados que foram alterados juntamente com uma confirmação). A visão obtém seus próprios dados do modelo;
- ✓ A interface do usuário espera por próximas interações, onde é iniciado o ciclo novamente.

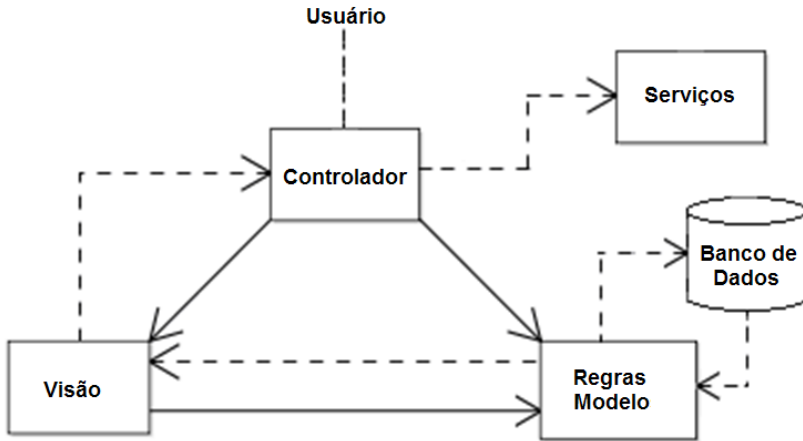
A utilização da arquitetura MVC possibilita o surgimento de novos conceitos arquiteturais para o desenvolvimento de sistemas para mapas digitais na web, dentre as quais o MVCS (*Model, View, Controller and Services*) também apresentado por (DEBONI, 2007).

Esta estrutura é uma extensão MVC bastante comum em outros sistemas computacionais, diferenciando-se ao receber uma camada adicional de serviços, onde cada camada possui um conjunto de funcionalidades para com o sistema, integrando às demais de modo a não ferir as funções de camada. A camada de serviços pode ser determinada pela base das informações geográficas padronizadas por meio de web services²¹, como proposto pela OGC. Em paralelo detecta-se estas implementações em várias ferramentas no mercado e no meio acadêmico, onde este nível de padronização visa garantir a interoperabilidade. A partir deste, novos serviços podem ser criados utilizando, principalmente, o formato XML para a integração dos dados dos serviços com as demais camadas.

Com essa estrutura é possível produzir sistemas flexíveis que facilitem posteriormente a sua manutenção, visto que, cada padrão adotado pode ser individualmente trabalhado sem interferir na comunicação global do sistema conforme apresentado na figura 8.

²¹ Web Services: É uma solução utilizada na integração de sistemas e na comunicação entre aplicações, ou seja, são componentes que permitem com que às aplicações possam enviar e receber dados em formato XML. O W3C e o OASIS são as instituições responsáveis pela padronização dos Web Services.

Figura 8 – Arquitetura MVCS.



Fonte: Adaptado de Deboni (2007).

Especialmente para o ambiente web e também para o desenvolvimento deste trabalho, optou-se por uma linguagem de programação interpretada, livre e mundialmente difundida.

Com isso, a linguagem PHP²² criada em 1994 por Rasmus Lerdof inicialmente denominada *Personal Home Page Tools*, apresenta desde então uma grande expansão e o fortalecimento de comunidades virtuais distintas, acarretando também em melhorias na própria linguagem de programação em constante evolução. O levantamento dos frameworks de desenvolvimento, comumente utilizados pela comunidade de software livre, visa proporcionar uma investigação dos pontos já consolidados, auxiliando na análise e na formulação de aspectos essenciais para a modelagem de um novo ambiente.

Dentre os frameworks apresentados no quadro 3, destaca-se o projeto ZEN Framework. O Zend foi lançado em março de 2006 pela Zend Technologies²³. Seus projetistas buscaram combinar a simplicidade e praticidade existente em outros frameworks.

²² PHP Acrônimo recursivo para PHP: *Hypertext Preprocessor*. Disponível em: <http://www.php.net>

²³ ZEN Framework Ltd. Disponível em: <http://www.zend.com/en/>

Quadro 3 - Principais frameworks PHP para o desenvolvimento de aplicações.

Descrição / Versão / Licença	Link
Akelos v. 0.8 LGPL	http://www.akeelos.org/
CakePHP v. 1.2.0.6311 MIT License	http://cakephp.org/
Canvas Framework v. 1.1 MIT License	http://c.anvas.es/
Chisimba v. 2.1.0 GNU GPL	http://avoir.uwc.ac.za/
CodeIgniter v. 1.5.4 (c) EllisLab, Inc.	http://www.codeigniter.com/
DIY Framework v. 0.3 LGPL	http://www.xml.lt/Resources/Framework
Drupal v. 5.6 GPL	http://drupal.org/
eZ Components v. 2.1 BSD License	http://ez.no/ezcomponents
FUSE v. 0.0.1 MIT License	http://www.phpfuse.net/
Horde v. 3.2 (05/2008) GNU LGPL	http://www.horde.org/
KohanaPHP v. 2.0 BSD	http://kohanaphp.com/
Kolibri v. 10/2008 BSD License	https://launchpad.net/kolibri
Kumbia PHP v.0.5 GNU GPL	http://www.kumbiaphp.com/
Lion framework v. 1.0.82 MIT License	http://www.lionframework.org/index.html
Midgard - Open Source framework) LGPL	http://www.midgard-project.org/
Miolo v.2.0 RC 1 CC-GNU GPL	http://www.miolo.org.br
PEAR (PHP Extension Application Repository)	http://pear.php.net/
PHP Nuke (CMS) v. 8.1 GNU GPL	http://www.phpnuke.org/
PHPONTrax (RAD Made Easy) v. 0.15.0	http://www.phpontrax.com/
PRADO v. 3.1.1 BSD	http://www.pradosoft.com/
P4A v. 2.2.3 GNU LGPL	http://p4a.crealabsfoundation.org/
Qcodo v. 0.3.32 MIT License	http://www.qcodo.com/
Seagull v. 0.6.2 BSD License	http://seagullproject.org/
SilverStripe / Sapphire v. 2.2.1 BSD License	http://silverstripe.com
Solar v. 1.0.a1 BSD License	http://solarphp.com
Stratos v. 1.0rc1 Stratos License	http://stratosframework.com
Sybrain v. 1.1 LGPL	http://sybrain.com
Symfony v. 1.0.10 MIT License	http://www.symfony-project.org/
VCL for PHP v. 1.2 LGPL	http://www.qadram.com/vcl4php/index.php
WebMesh v. 0.11.1 GNU GPL	http://sourceforge.net/projects/webmesh
Zend Framework v. 1.0.3 BSD License	http://framework.zend.com/
Zephyr-php v. 2.0 beta LGPL	http://zephyr-php.sourceforge.net/
Zoop Framework v. 1.2 ZPL	http://zoopframework.com

Fonte: Adaptada de PHP Frameworks²⁴ (2010).

O Zend é licenciado atualmente sob a licença *Open Source Initiative* (OSI), licença derivada da BSD, ou seja, os softwares construídos com o framework podem ter código fonte proprietário. Sendo um conjunto de componentes que fornece uma arquitetura e estrutura básica (ferramentas) para o desenvolvimento de uma aplicação.

²⁴ PHP Frameworks – Disponível em: <http://www.phpframeworks.com/>

O Zend é um framework de código aberto para criação de aplicações web através da programação orientada a objeto. Ele é um dos frameworks mais utilizados atualmente para o desenvolvimento em PHP. Isto acontece por ele estar fundamentado na simplicidade e em rigorosos testes de avaliação. As principais vantagens do Zend são: arquitetura baseada na simplicidade, licença corporativa, e uma base de código sustentável e de programação, com código reutilizável, o que permite uma maior flexibilidade de manutenção. Possui material disponível em pelo menos cinco línguas, entre elas o inglês, português e alemão.

Finalmente até a realização deste trabalho o Zend é o único framework neste segmento que proporciona aos seus usuários um ciclo de treinamentos e garante a certificação profissional que comprova seu conhecimento. Contudo, outras soluções podem ser adotadas para atender aos propósitos dos desenvolvedores. No quadro 4 são apresentados os principais frameworks para a linguagem Java, JavaScript com Ajax²⁵, fortemente utilizada na implementação de recursos para o desenvolvimento de aplicações web, disponíveis para construção de aplicações que necessitem de maior dinâmica e interatividade no lado do cliente.

Dentre os frameworks para a linguagem Java, JavaScript com Ajax, destaca-se o EXT JS²⁶ (*Cross-Browser Rich Internet Application Framework*). Seu antecessor nasceu como uma extensão ao YAHOO YUI (*Yahoo! User Interface Library*) chamado de Ext-YUI, até que os programadores do YUI criaram o componente chamado de Grid ou DataTable, a partir disto começou uma rivalidade entre o YUI e o EXT, e seu criador Jack Slocum passou a usar outros frameworks como base de evolução da sua arquitetura para uma estrutura própria. Este foi posteriormente batizado de extJS e possui três tipos de licenciamento um Open Source (GPL3); um comercial; e um OEM para distribuição oficial do ExtJS em outro framework.

²⁵ Ajax – Técnica usada para carregamento de conteúdos em uma página web com uso da linguagem JavaScript e XML, HTML, TXT, PHP, ASP, JSON dentre outras linguagens de programação que sejam capazes de ser recuperadas de um servidor (GONÇALVES, 2006), (NIEDERAUER, 2007) e (SILVA, 2009).

²⁶ EXT JS - Disponível em: <http://www.sencha.com/products/js/>

Quadro 4 - Principais frameworks para desenvolvimento de aplicações em JavaScript com AJAX.

Descrição / Versão / Licença	Link
Backbase, an Enterprise Ajax Framework v. 4.3.1 - Backbase Community License	http://www.backbase.com/
Dojo Toolkit v. 1.2.3 0- BSD License and the Academic Free License	http://dojotoolkit.org/
Demoiselle (framework Java) v. 1.0.3 (01/08/2009) - LGPL versão 3	http://www.frameworkdemoiselle.gov.br/
ExtJS (javascript library) v. 2.2 (08/2008) - GPLv3, commercial	http://extjs.com/
jQuery (Web application framework) v. 1.3.2 (02/2009) - Dual license: GPL and MIT	http://jquery.com/
MooTools OOP (Web application framework) v. 1.2.1 - MIT	http://mootools.net/
Prototype JavaScript Framework v. 1.6.0.3 (09/2008) - MIT license	http://prototypejs.org/
script.aculo.us v. 1.8.2 (11/2008) - MIT license	http://script.aculo.us/
Yahoo! UI Library (JavaScript library) v. 2.7.0 (02/2009) - BSD License	http://developer.yahoo.com/yui/
Clean AJAX Framework v. 4.3 alpha (11/2008) - GPL	http://clean-ajax.sourceforge.net/
Ample SDK (Web application framework) v. 0.8.3 (03/2009) - Non-commercial and commercial	http://www.amplesdk.com/
CougarXML - Mozilla Public License 1.1	http://www.cougarxml.com/
Echo3 v. 3.0 beta7 - Mozilla Public License	http://echo.nextapp.com/site/
Midori Javascript Framework v. Revision 80 (09/2008) - MIT License	http://www.midorijs.com/
MochiKit v. 1.4 (11/2008) - Dual license: MIT and Academic Free License v2.1.	http://www.mochikit.com/
OpenLink AJAX Toolkit v. 2.8 - GPL	http://oat.openlinksw.com/
qooxdoo (Web application framework) v. 0.8.2 (03/2009) - LGPL License and EPL License	http://qooxdoo.org/
Rialto Toolkit v. 1.0 - Apache License	http://rialto.improve-technologies.com/wiki/
Rico JavaScript for Rich Internet Applications v. 2.0 - Rico (Apache 2.0 License) for either your personal or commercial use.	http://openrico.org/
SmartClient (Ajax Framework) v. 7.0 - SmartClient LGPL: Free and Open Source (Commercial)	http://smartclient.com/
SproutCore (framework JavaScript) v. 0.9.5 - MIT License	http://www.sproutcore.com/
Spry (Framework Ajax) v. 1.6.1 - Commercial	http://labs.adobe.com/technologies/spry/
Google Web Toolkit (framework Ajax) v. 1.5.3 - Apache 2.0 open source license	http://code.google.com/webtoolkit

O ExtJS, como framework, implementa um conjunto de funcionalidades operacionais, assim como ferramentas para o desenvolvimento de interfaces atraentes e intuitivas. Seu objetivo geral é ser capaz de gerar projetos que minimizem a fragilidade das tecnologias web, além de estender a potencialidade da linguagem JavaScript. Suas principais características são:

- ✓ A manipulação de documentos DOM, que se refere ao controle do processamento de documentos HTML ou XML independente da tecnologia utilizada;
- ✓ O tratamento de eventos e compatibilidade de suas aplicações em todos os browsers;
- ✓ A extensão das funcionalidades JavaScript através da alteração de seus objetos nativos (ex. String, Function, Array, Date e Number);
- ✓ A internacionalização de seu código, sendo possível personalizar todas as mensagens do sistema para o idioma desejado;
- ✓ A boa apresentação visual e design dos Widgets;
- ✓ A robustez de seus componentes como (Window, Grids, Forms e Trees). Estes componentes fazem grande sucesso, não apenas pela usabilidade e bela apresentação, mas também pela robustez e facilidade de implementação de suas funcionalidades de controle no lado do servidor.

Com isso, tais características são investigadas e pré-selecionadas para o reaproveitamento de funcionalidades existentes e disponibilizadas livremente para sua utilização, alteração e adaptação variando de acordo com as necessidades individuais de cada projeto.

2.9 CONSIDERAÇÕES

Neste capítulo foi realizado um breve histórico do software livre, além das principais licenças adotadas na distribuição livre destes softwares de código fonte aberto. Com relação ao software livre para governança e desenvolvimento tecnológico do país, são apresentadas as principais diretrizes e políticas públicas propostas conforme os Anexos A e B.

Na sequência são avaliados os principais aspectos e seus relacionamentos entre os sistemas de informações geográficos compondo a geoinformática. Para o geoprocessamento também são avaliados problemas e alternativas na implementação de softwares livres, voltados exclusivamente para o usuário final. No Apêndice B é disponibilizado o levantamento com os principais softwares adotados no tratamento e visualização de dados geográficos.

Neste capítulo também são abordados os aspectos relevantes para suporte e construção de softwares livres, onde a engenharia web apresenta uma importante fundamentação que viabiliza o desenvolvimento de estruturas complexas e colaborativas pela rede.

3 ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS PARA DISPONIBILIZAR DADOS ESPACIAIS NA WEB

Neste capítulo é apresentado o levantamento comparativo entre os principais servidores de mapas livres e proprietários, visando identificar e apontar compatibilidades e conformidades com as funções de manipulação de dados geográficos conforme as especificações da OGC. Também são avaliadas as diferentes possibilidades de disseminação de dados geográficos através da rede Internet, Intranet ou Extranet, constatando em muitos casos o uso da arquitetura em três camadas, típica de sistemas de informação projetados para internet (KIRTLAND, 1999). Através desta revisão é possível identificar as principais tecnologias emergentes na utilização e na criação de uma aplicação para manipulação de mapas digitais na web “*web mapping*”.

3.1 INTRODUÇÃO

Segundo Machado (2005), a evolução dos softwares de sistemas de informação geográfica e da tecnologia envolvendo sistemas gerenciadores de bancos de dados, aliada a necessidade constante de disponibilização de informações dentro de um ambiente corporativo fez surgir a tecnologia que possibilita acesso e visualização de informações espaciais, armazenadas em um servidor remoto, ou em outras palavras, a tecnologia para mapas digitais na web “*web mapping*”.

Essa tecnologia, além de propiciar uma nova gama de opções dentro do contexto de gestão de informações, impulsiona o desenvolvimento de diversos softwares voltados para a implantação deste ambiente integrado.

Muitos destes softwares para manipulação de mapas digitais na web proporcionam um padrão de formato de arquivos proprietário, que em muitos casos dificulta o intercâmbio de informações entre diferentes bases de dados.

A partir desses processos e com o surgimento de problemas referentes à leitura de formatos e padrões fechados, originaram-se os

padrões livres (notadamente com o aparecimento do OGC *Open Gis Consortium*).

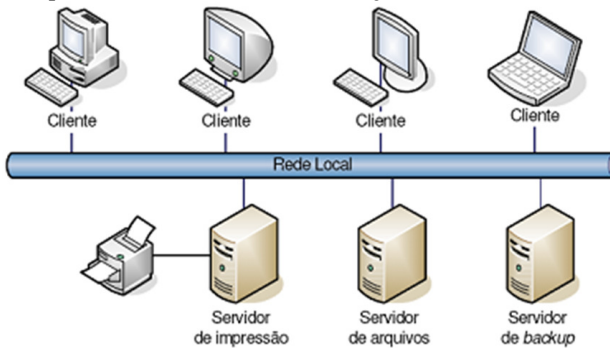
Aliado ao fortalecimento do movimento de software livre, especialmente na área de manipulação de dados geográficos, viu-se o surgimento de novas alternativas para implementação de soluções voltadas para os sistemas de informações geográficas e para representação de mapas digitais na web.

[...] “*web mapping*” também denominado de mapas interativos não são frequentemente vistos porque requerem habilidades especializadas para manter esses “sítios” em pleno funcionamento (para não mencionar custos elevados de aquisição para tais plataformas de software). O termo interativo implica que o telespectador pode interagir de alguma forma com o mapa. Isto pode significar que a seleção dos dados em diferentes camadas do mapa, podem ser visualizadas através do zoom e com alta definição uma determinada parte do mapa que você está interessado. Tudo isso é feito ao mesmo tempo interagindo com a página web e uma imagem do mapa que é atualizado várias vezes. (MITCHELL, 2005, p.23)

A implantação destas soluções sem a necessidade do uso de softwares proprietários, muitos dos quais apresentam elevado custo de aquisição, em conjunto com a possibilidade do desenvolvimento de aplicações feitas sob medida às necessidades dos usuários, vem apresentando uma forte e crescente tendência no cenário geotecnológico.

Com a expansão destas soluções de trabalho em grupo e com alto fator de parametrização, rapidamente aumentou a integração de redes de computadores e equipamentos distintos (microcomputadores, notebooks, estações servidoras, dispositivos móveis, impressoras, scanners, sensores e dentre outros), necessitando da elaboração e gerenciamento de uma arquitetura computacional para trabalho conforme ilustrado na figura 9.

Figura 9 – Arquitetura de sistemas de informação Cliente/Servidor (2 camadas).



Fonte: Adaptada de (Elmasri e Navathe, 2004).

Para Casanova (2005), o conceito de funcionamento de uma aplicação *web mapping* em uma rede de trabalho pode ser estabelecido com o uso da arquitetura de duas e três camadas, conforme exemplificado na figura 10.

Casanova (2005) apresenta o uso das três principais formas de disseminação de dados geográficos na internet. Contendo a disseminação direta, usando características gráficas típicas dos browsers, complementadas ou não por ferramentas e recursos adicionais. Também com as bibliotecas digitais de informações geográficas e por último uma visão da emergente área de infraestruturas de dados espaciais.

Figura 10 – Arquitetura de três camadas.

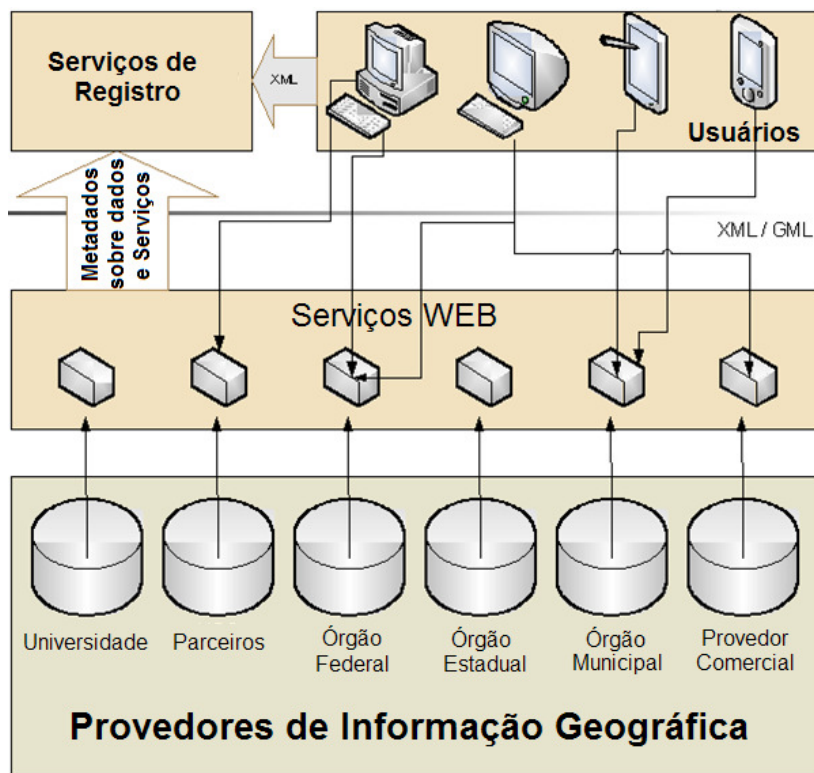


Fonte: Adaptado de (Elmasri e Navathe, 2004).

Conforme Davis et. al. (2005) descreve um SIG urbano, o mesmo pode ser mantido pelo governo local, podendo ou não se tornar um distribuidor de dados geográficos. Sendo que, caso venha a fazê-lo, certamente deverá auxiliar na arquitetura de serviços orientados com interoperabilidade, ou seja, manter a infraestrutura necessária para prover livremente a distribuição destas informações, bem como auxiliar outros provedores de dados urbanos na integração e no esforço de manutenção.

Na figura 11, apresenta-se a arquitetura para um ou mais provedores, permitindo a comunicação e colaboração de dados geográficos.

Figura 11 – Provedores de Informações Geográficas.



Fonte: Davis (2005).

3.2 INTEROPERABILIDADE PARA DADOS GEOGRÁFICOS

A expansão das redes de computadores, o crescimento do uso de geoprocessamento como ferramenta para tomada de decisão, a estruturação de geodados, a possibilidade de acesso a dados geográficos via internet e os problemas referentes à troca de dados geográficos estão relacionados à natureza particular dos dados e à modelagem dos mesmos em um sistema de informação geográfica.

Na busca de soluções para integrar dados e minimizar principalmente os conflitos computacionais, surgiram inúmeras discussões através de trabalhos acadêmicos tratando em especial da interoperabilidade para diferentes padrões de dados espaciais, dentre os quais destaca-se: EGENHOFER & GOODCHILD (1997); THOMÉ (1998); GOODCHILD et. al. (1999); XIONG et. al. (2000); CÂMARA (2000); TU et. al. (2002); XIAOFANG et. al. (2003); LANCE et. al. (2006); BELUSSI et. al. (2007); ZARINE et. al. (2007); CRAGLIA et. al. (2008); DENG et. al. (2009); BUDIARTO et. al. (2009); MACÁRIO et. al. (2009); PASTORELLO et. al. (2009); KEAY et. al. (2009); KARABEGOVIC et.al. (2010); MORAES et. al. (2010); IOSIFESCU-ENESCU et. al.(2010); MUSINGUZI et. al. (2010); CUCA et.al. (2011); QIANG et. al. (2011); WATERS et. al. (2011); WU et. al. (2011).

No Brasil segundo Câmara (2000), os desafios para a interoperabilidade de dados espaciais podem ser sintetizados em três pontos, a saber:

- Falta de modelos conceituais comuns acarretam problemas na troca de dados entre SIGs distintos;
- A falta de padrões nacionalmente estabelecidos e pela não disponibilidade de ferramentas de baixo custo;
- Em ambientes de sistemas heterogêneos, o tratamento e a conversão de dados representa um custo acima do esperado para o custo total de implantação.

Segundo Câmara et. al. (2004), uma saída é defender a criação de um Padrão Nacional de Intercâmbio de dados espaciais, criando-se um padrão nacional próprio e utilizando o GML para o compartilhamento de esquemas. Com o uso do XML/GML pode-se definir esquemas para os

diferentes tipos de dados públicos a exemplo do censo realizado pelo IBGE e o cadastro técnico urbano utilizado nas prefeituras municipais.

Em busca de um padrão nacional, Thomé (1998) propõe a conversão entre modelos conceituais de diferentes SIGs e o padrão OpenGIS através de tabelas de conversão entre as classes de dados que compõem os modelos.

Câmara et. al. (2000) descreve um formato aberto para ser utilizado na conversão de dados geográficos, baseado em arquivos ASCII, denominado GeoBR. Este formato supõe que o intercâmbio de dados será baseado em camadas independentes, onde cada arquivo GeoBR contém um dado geográfico bem definido (layer), com todas as informações necessárias para sua decodificação, inclusive com sua descrição (metadados).

O trabalho de Lima (2002) transforma a proposta inicial do GeoBR em um modelo genérico para dados geográficos para o padrão brasileiro, sendo que o mesmo deve ser especificado na forma de um esquema XML preocupado em atender todo o conjunto de tecnologias de geoinformação. Utilizando metadados no cabeçalho do arquivo e podendo-se ainda incluir, opcionalmente, um dicionário de ontologias para tratar a semântica dos dados geográficos, servindo como mecanismo para uma aplicação de equivalência de conceitos.

Ainda para Lima (2002), pode-se fazer a comparação entre o GeoBR e a versão da GML disponível na época:

- O GeoBR utiliza um modelo conceitual único e genérico, não requerendo a definição de esquemas específicos em XML;
- O GML requer que cada instituição defina seu esquema de dados;
- O GeoBR tem definições de diferentes tipos de dados (geocampos e geo-objetos), enquanto que a GML apresenta apenas suporte para geo-objetos simples;
- O GeoBR inclui uma forma para intercâmbio em nível semântico.

Conforme OGC (2003), a GML-3.0 lançada em janeiro de 2003, trouxe importantes atualizações no padrão. A partir disso, Silva (2003) analisou a especificação a fim de descobrir se ela pode ser usada como um padrão aberto que atenda às necessidades brasileiras e,

principalmente, do INPE²⁷. A partir deste estudo, também é reavaliado o formato GeoBR como proposta para o formato aberto brasileiro.

O estudo realizado por Silva (2003) indica a tendência do uso da GML como um padrão aberto para transporte e armazenamento de informação geográfica. Apesar das limitações ainda encontradas, leva em consideração a questão da interoperabilidade semântica, a questão prática da integração de dados geográficos codificados em GML e provenientes de fontes heterogêneas.

Silva (2003) aponta que é muito mais difícil e complexo escrever softwares para ler esquemas de aplicação arbitrários, porque os softwares devem compreender qualquer conjunto de dados GML. A leitura de um documento GML é trivial, a dificuldade está na interpretação deste contexto geográfico em um sistema local específico.

O software tem que identificar quais elementos XML representam uma característica (feature), suas propriedades e geometria. A GML é constituída de um conjunto de 33 esquemas bases de aplicação, provendo modularidade aos usuários. Para utilizar os esquemas bases de GML, é necessário desenvolver um esquema de aplicação específico, associado a um domínio.

Um problema detectado foi que em GML cada usuário pode criar seu próprio esquema, sendo assim, um novo problema surge com relação aos softwares que devem reconhecer elementos de esquemas diferentes em um mesmo domínio. Tal problemática motiva estudos para definir equivalências semânticas entre esquemas GML para um domínio em particular, por exemplo, o cadastro técnico urbano.

Para Pastorello (2009), uma arquitetura de interoperabilidade e administração de sistemas dados segue frequentemente um ciclo básico de três-layers: provedores (dados), transformadores (serviço) e consumidores (cliente). Um exemplo da infraestrutura provida por INSPIRE (2011) é uma iniciativa para infraestrutura espacial voltada para a Europa, com uma rede distribuída de bancos de dados, unida por padrões comuns e protocolos para assegurar compatibilidade e interoperabilidade de dados e serviços.

²⁷ INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.inpe.br/>

A arquitetura INSPIRE (cliente, serviços e dados) inclui quatro grupos principais de componentes: aplicações de usuário, geoprocessamento e serviços de catálogo, catálogos e repositórios de dados. A organização nestes três níveis não é igual ao tradicional GIS (Sistemas de Informação Geográficos). Embora útil para entender as funcionalidades providas, este tipo de organização é insuficiente para que projetistas de modelos geoespaciais possam através do computador escolher e compor processos e soluções de interoperabilidade de dados.

O Governo Federal, conforme BRASIL (2004) e E-PING (2006), tem procurado definir um conjunto mínimo de premissas políticas e especificações técnicas que regulamentam a utilização da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na interoperabilidade de serviços do governo. Para tal observam-se as iniciativas do projeto Governo Eletrônico.

3.2.1 Desenvolvendo SIGs Interoperáveis

Para Fonseca e Egenhofer (1999), a pesquisa sobre interoperabilidade é motivada pela crescente heterogeneidade em sistemas de computação. A pesquisa sobre integração de bancos de dados vem desde a metade dos anos 80 e a interoperabilidade está se tornando uma “ciência da integração”.

Heterogeneidade em SIG não é uma exceção, mas a complexidade e riqueza dos dados geográficos e a dificuldade de sua representação em sistemas de computação criam problemas específicos para a interoperabilidade em SIG. As literaturas citadas no item (3.2) descrevem diversas propostas de integração de dados, desde federações de bancos de dados com esquemas integrados e uso de orientação a objetos, até mediadores e ontologias.

Segundo Hess e Iochpe (2003), o nível semântico da integração abrange a questão da unificação da nomenclatura utilizada para representar os fenômenos da realidade a serem modelados e os relacionamentos entre eles. Neste sentido, é necessário criar uma estrutura de organização do conhecimento, tal como um vocabulário controlado, uma taxonomia, um thesaurus ou uma ontologia.

Morocho, Pérez-Vidal e Saltor (2003) apresentam um protótipo de ferramenta de integração de esquemas de bancos de dados espaciais. Esta ferramenta procura reconhecer as similaridades e diferenças entre entidades a serem integradas. Entidades e atributos são extraídos de modelos XMI (XML – *Metadata Interchange*) por meio de comparações semânticas, para depois avaliar as similaridades e diferenças entre objetos.

Uma ontologia dependente do domínio onde é criada a partir do padrões, a exemplo do padrão FGDC²⁸ e ontologias independentes de domínio (Cyc e Wordnet), a qual é representada em OWL. É usado um modelo de proporção com referência a distância dos nós da ontologia (*ontology nodes distance*) para a avaliação das similaridades e diferenças entre os termos.

Brauner, Casanova e Lucena (2004) propõem o uso de catálogos de geo-objetos baseados em Ontologia (OGOC). Um OGOC é uma coleção de metadados sobre dados armazenados em um BD. Sistemas remotos devem ser capazes de localizar e acessar fontes de objetos, e interpretar e processar os objetos. Uma solução é o mapeamento entre pares de esquemas, o qual torna-se impraticável se o número de fontes de objetos for grande. Outra solução consiste na adoção de esquemas globais, neste caso, cada esquema conceitual tem de ser mapeado para o esquema global. Uma abordagem mais recente é o uso de ontologias para expor o conhecimento implícito.

Hess e Iochpe (2004) tratam sobre a equivalência de esquemas conceituais de bancos de dados geográficos. Para tanto, criaram uma ontologia que representa um sub-conjunto da realidade geográfica e desenvolveram um algoritmo matemático de comparação para processar esquemas.

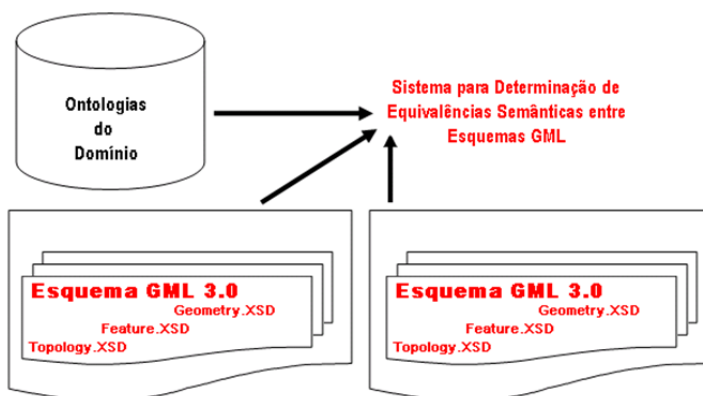
Na avaliação dos trabalhos citados anteriormente pode-se concluir que é necessário algum mecanismo para determinar a equivalência entre esquemas. Centros internacionais apontam a questão semântica dos dados geográficos como uma prioridade de pesquisa (UCGIS, 2005). Uma tendência é o uso de ontologias e tem-se optado por padrões abertos (GML, OWL). A GML 3.0 está mais completa que

²⁸ FGDC – Federal Geographic Data Committee (Padrão digital de metadados geoespaciais)– Disponível em <http://www.fgdc.gov/>

as especificações anteriores. Também pode-se perceber algumas hipóteses para um dado geográfico que é melhor definido semanticamente em um domínio específico do que pela generalização.

Finalmente para comparar modelos semânticos (esquemas GML) de diferentes aplicações, dadas as diferenças entre eles, um modelo de referência genérico é necessário para estabelecer uma base comum a partir do qual os conceitos dos sistemas serão referenciados. Sendo que, a base comum é definida por ontologias. Na figura 12, exemplifica-se o relacionamento entre diferentes esquemas GML.

Figura 12 – Exemplo do relacionamento entre diferentes esquemas GML.



Fonte: Adaptada de Frozza (2007).

3.2.2 Interoperabilidade e Software Livre

Conforme MMA (2007), com o incentivo do Governo Federal para utilização de Software Livre, o Ministério do Meio Ambiente tem procurado difundir o uso do mesmo na área de tecnologia da informação. Além de adotar o Software Livre, o Ministério do Meio Ambiente foi o precursor da tecnologia Web Services dentro do Governo Federal.

A tecnologia possibilita de maneira prática e eficaz a comunicação de aplicativos, a troca de dados e a integração de sistemas via Internet. Dentre os produtos disponibilizados via Web Services do Ministério do Meio Ambiente, destaca-se:

Projeto 1: Integração dos Sistemas de Protocolo MMA & IBAMA

Descrição: Consulta simultânea a base de dados instalada no MMA e IBAMA. URL de chamada:

http://www.mma.gov.br/webservice/protocolo/ws_meioambiente.php

Implementado em: Novembro/2003

Projeto 2: Integração dos Sistemas de Licença Ambiental

Estados e órgãos envolvidos: Pernambuco, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e IBAMA.

Descrição: Disponibiliza para consulta georreferenciada todas as licenças ambientais expedidas pelos órgãos envolvidos. URL de chamada:

http://www.mma.gov.br/webservice/la/ws_licenca_demo.php

Implementado em: Maio/2004.

Projeto 3: Integração dos Sistemas de Unidades de Conservação

Países e órgãos envolvidos: Argentina, Brasil, IUCN, Paraguai, Uruguai.

Descrição: Disponibiliza para consulta georreferenciada todas as unidades de conservação geridas pelos países e órgãos envolvidos. URL de chamada:

http://www.mma.gov.br/webservice/unidade_conservacao/ws_uc_mercosul.php

Implementado em: Setembro/2004.

Projeto 4: Disponibilização da base de dados de teses do Instituto Brasileiro de Ciência e Tecnologia - IBCT.

Descrição: Web Service implementado pelo MMA no IBCT, disponibilizando para consulta a base de dados de teses situada na plataforma do órgão. URL de chamada:

http://oai.ibict.br/ws/ws_ibict2.php

Implementado em: Outubro/2004.

Projeto 5: Sistema de Georreferenciamento de Programas - SIGEPRO

Descrição: Esse sistema consiste em armazenar informações sobre Programas, Projetos, Componentes e Atividade, podendo estas informações serem georreferenciadas. Todas estas informações estão disponibilizadas via serviços web (*web services*). URL de chamada:

http://www.mma.gov.br/sigepro/ws/ws_sigepro_dados.php

Implementado em: Novembro/2004.

3.3 WEB MAPPING

Conforme Cabral (2004, p.25), *web mapping* é, simplesmente, a habilidade de entregar mapas pela rede web. Mas o que é mapa? Um mapa é uma “representação” visual de objetos geográficos – isto é, geodados. Tais objetos são definidos como “geográficos” porque representam um componente de espaço.

“*Web mapping* é uma forma de consulta dinâmica, de acesso, de processamento, de combinação e também de retratar diferentes tipos de informações espaciais pela web.” OGC (2006)

Para Kanegae (2003), com uma aplicação *web mapping* é possível obter a visualização de informações geográficas em ambientes web (internet/intranet), utilizando aplicações específicas como: ArcIMS, GeoMatica WebServer, ManiFold IMS, Bentley Publisher, MapXtreme, UMN MapServer, SpringWeb, Geotools, MapIt!, entre outras.

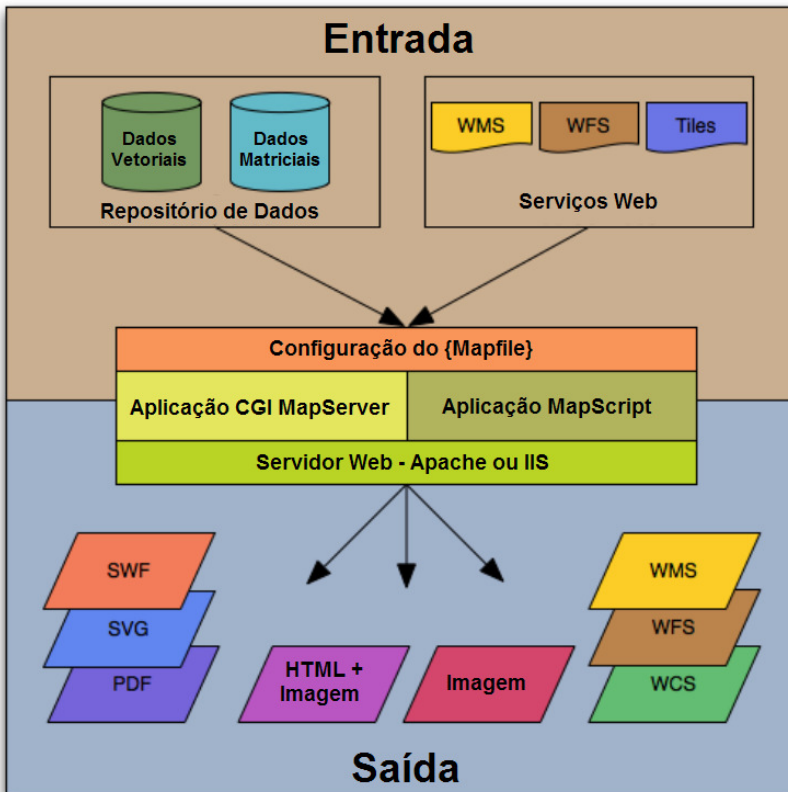
Ainda, segundo Kanegae (2003), é possível fazer comparativos entre as tradicionais ferramentas de SIG versus *web mapping*, sendo que, os SIG's são voltados para profissionais técnicos, servem para manipulação de dados, exigem conhecimentos específicos para configurar a estação de trabalho. Ao contrário de aplicações *web mapping*, que são voltadas para usuários que utilizam o ambiente web, serve também para, consultar dados e necessita que se configure o navegador web.

Na figura 13 é apresentada a lógica principal de funcionamento da disponibilidade de mapas pela internet, utilizando-se basicamente do

lado do servidor de um (*webserver*), do mecanismo de acesso a mapas (motor), do banco de dados corporativo (opcional) e também de um banco de dados com extensão geográfica. As vantagens da tecnologia *web mapping* abrangem:

- aplicações mais fáceis de utilizar;
- independência de plataforma bastando um navegador para acessar a aplicação;
- mobilidade do usuário;
- centralização de dados;
- interoperabilidade.

Figura 13 – Arquitetura de Aplicações do MapServer.



As desvantagens da tecnologia *web mapping* referem-se:

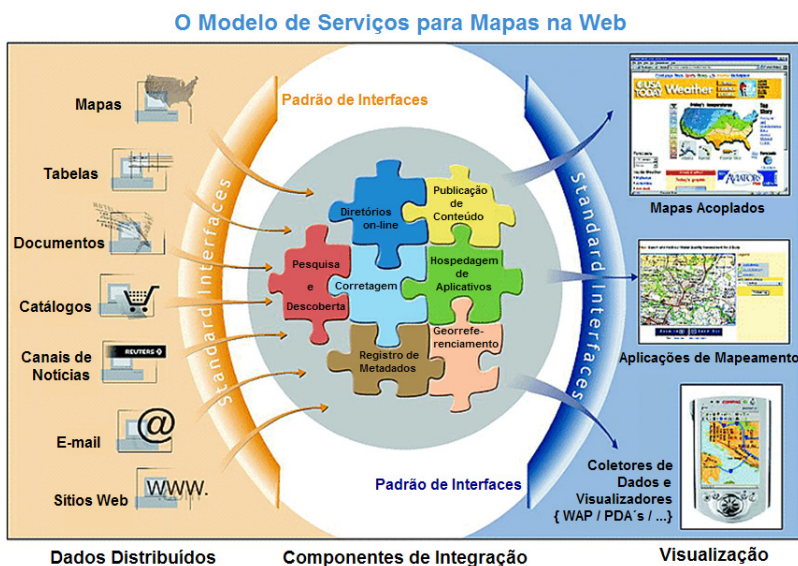
- ✓ à conexão de rede;
- ✓ ao desempenho podendo não ser satisfatório, comparando com aplicações desktop;
- ✓ operações lentas e pesadas de processamento de dados.

O futuro do *web mapping* visa a aproximação ao SIG com:

- ✓ integração com diversas fontes de dados, conformidade com padrões mundiais,
- ✓ aplicações distribuídas em camadas e integração de conceitos.

Na figura 14 é ilustrado o cenário com diferentes tipos de dados distribuídos, a integração entre vários serviços e diferentes opções de visualização e consulta sobre as informações geográficas.

Figura 14 – Modelo de serviços para mapas na internet.



Fonte: Social Change Online Pty Ltd, Australia (2006).

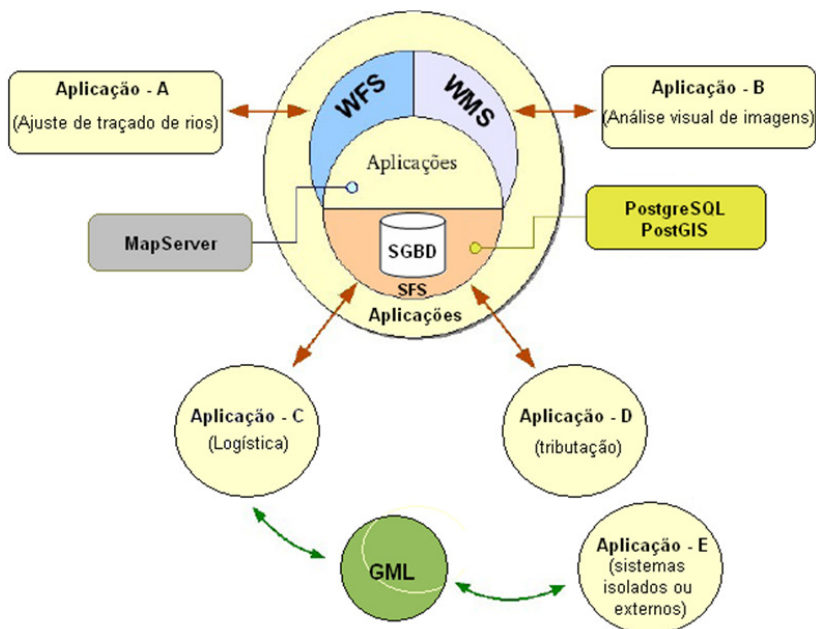
Na busca por estabelecer uma definição, Uchoa et. al. (2006) propõe a implantação de uma arquitetura de Geoprocessamento livre de padrões proprietários, bem como, a contratação deste serviço, criando o conceito do Open GeoFramework (OGF).

A forma como foi criada, a filosofia do software livre foi uma fonte inspiradora na criação deste conceito, bem como, a própria missão do OGC. A implementação da arquitetura Open GeoFramework deve contemplar, obrigatoriamente, três princípios básicos:

- a) o primeiro não deve existir qualquer tipo de controle por demanda, permitindo que qualquer número de usuários acessem a solução sem custo adicional de software;
- b) a segunda deve existir um domínio de abrangência da solução no qual as 4 liberdades do software livre serão respeitadas. Estas liberdades são definidas no projeto GNU e citadas no capítulo 2 deste trabalho;
- c) a terceira requer que a interoperabilidade deve ser estabelecida pela implementação de, no mínimo, as seguintes especificações OpenGIS: SFS, WFS, WMS e GML, ambas discutidas no item 3.4. É obrigatório que o repositório de dados geográficos contemple o SFS tanto na forma de armazenamento dos dados, quanto na implementação das análises espaciais ou topológicas.

A figura 15 apresenta um exemplo para arquitetura de um novo Open GeoFramework. Como todos os componentes são sistemas de código aberto, o domínio de abrangência pode ser tão extenso quanto o desenvolvedor/usuário deseje.

Figura 15 – Modelo da Arquitetura de um Open GeoFramework.



Fonte: Adaptada de (Uchoa et. al., 2006).

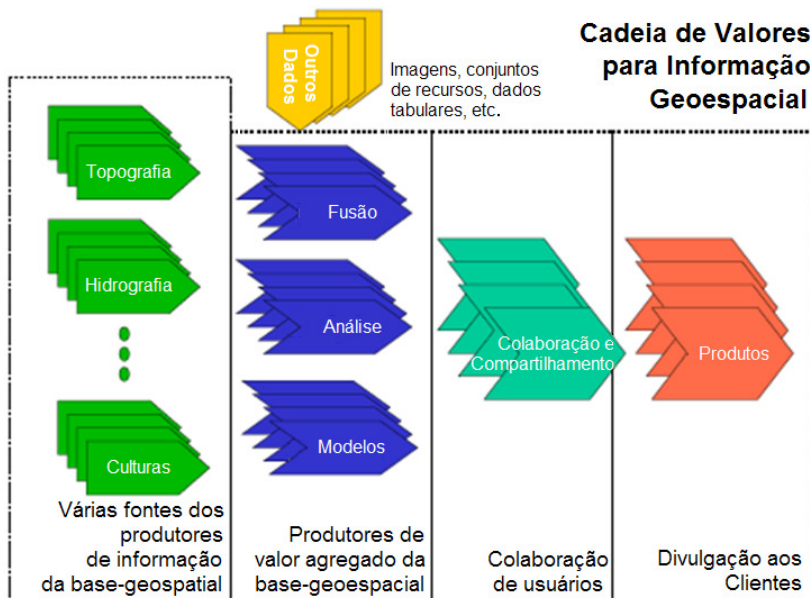
O projeto incorpora os recursos do servidor de mapas Mapserver, possibilitando o acoplamento de outras aplicações através de um gerenciador de banco de dados em software livre.

3.4 ESPECIFICAÇÕES OGC

O *Open Geospatial Consortium* (OGC) é uma organização internacional sem fins lucrativos, cujo objetivo principal é o desenvolvimento e definição de especificações para formatos de serviços de informação geográfica e localização espacial conforme ilustrado na figura 16. Esta organização coopera com o governo, indústrias privadas e acadêmicas para criar e expandir interfaces para sistemas de informações geográficas (SIG) dentre outras tecnologias. As

especificações são baseadas em várias experiências e padrões do mercado de geotecnologias a exemplo da ISO-19115²⁹ lançada em 2003.

Figura 16 – Cadeia de Valor Representativa de Informação Geoespacial.



Fonte: OGC-03-040 (2003).

As especificações disponibilizadas pelo OGC visam o desenvolvimento e também como trabalhar com mapas na web através de aplicações *web mapping*, busca a padronização de serviços, mecanismos, dados e conseqüentemente a interoperabilidade entre várias fontes de informação.

Conforme MMA (2006), uma das ações do OGC é a definição de MMA/Serviços³⁰ voltados para a informação cartográfica. Com o

²⁹ ISO-19115: Define os requisitos para descrever serviços de informação geográfica, provendo a identificação, extensão, qualidade, temporalidade e distribuição de dados geográficos digitais. Disponível:

<http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=26020&ICS1=35&ICS2=240&ICS3=70>.

estabelecimento desses padrões é possível a criação de softwares que realizam a integração de dados. Dentre as especificações definidas pelo OGC apresenta-se as principais: WMC, WSC, GML, WMS, WFS, WCS, SLD, SFS, WRS, WCTS e WTS.

3.4.1 WMC – Web Map Context

A especificação do formato WMC³¹ (*Web Map Context*) tem como objetivo capturar o estado de um mapa para um determinado local. A norma WMS 1.1.1 especifica como os servidores de mapas devem descrever e disponibilizar a sua informação sobre mapas.

A especificação de contexto estabelece a forma como um grupo de um ou mais mapas transferidos de um ou mais servidores deve ser descrita num formato portátil e multiplataforma para armazenamento num repositório ou para transferência entre aplicações. Esta descrição é conhecida como *Web Map Context Document*, ou simplesmente como contexto.

Atualmente, os documentos de contexto são projetados para serviços de WMS. Contudo, a expansibilidade do formato permite que existam ligações futuras com outros serviços. Um documento de contexto inclui informação acerca dos servidores que disponibilizaram as camadas que compõem o mapa, a área de visualização e a projeção partilhada por todos os mapas.

Esta informação é suficiente para a aplicação reproduzir o mapa, contudo é adicionada informação auxiliar para descrever os mapas e a sua proveniência, para benefício de seus utilizadores. Esta especificação usa como estruturação XML e existem inúmeras utilizações possíveis para documentos contextuais como:

- pode disponibilizar visões de inicialização por defeito a classes de utilizadores. Um documento deste gênero detém um tempo de vida extenso e acesso público.

³⁰ Ministério do Meio Ambiente: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/mma/wscliente/index.htm>

³¹ WMC – Disponível em: <http://www.opengeospatial.org/standards/wmc>

- pode guardar o estado da visualização de uma aplicação, enquanto o utilizador navega e modifica as camadas do mapa.
- consegue manter não apenas as definições atuais, mas também a informação adicional acerca de cada camada (como estilos disponíveis, formatos, SRS, etc.) para evitar que o mapa seja requisitado de novo ao servidor assim que o utilizador seleciona uma camada.
- pode ser mantido o estado atual numa aplicação quando da sua transferência para uma aplicação diferente, onde é possível continuar com o mesmo contexto.

3.4.2 WSC – Web Service Common

Para a especificação do formato WSC³² (*Web Service Common*) traduzido para o português como um serviço web comum, na cartografia existem padrões definidos pelo OGC que possibilitam o acesso a dados geográficos na forma de mapas digitais, os chamados “*web services cartográficos*”.

Com essa tecnologia é possível acessar bancos de dados que estejam em qualquer servidor de dados da Internet sem a necessidade de download de arquivos. Um programa de computador pode estabelecer o acesso aos vários serviços de fornecimento de dados (*web services*), integrando em um mesmo mapa digital temas armazenados de forma descentralizada.

A grande vantagem dessa tecnologia é a possibilidade de acesso aos dados diretamente do responsável por sua manutenção. Dessa forma, tem-se mapas com a melhor atualização possível. Outra vantagem é o fato de não ser necessário armazenar em um mesmo servidor de arquivos um volume grande de dados.

Um exemplo desse esquema é o OnEarth³³, projeto da NASA/JPL que fornece um mosaico de imagens Landsat com

³² WSC: Disponível em https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8798

³³ OnEarth: Disponível em <http://wms.jpl.nasa.gov/>

abrangência mundial e resolução de 30 metros. Utilizando esse serviço pode-se ter um mapa que inclui imagens Landsat sem a necessidade de ter armazenado localmente um volume gigantesco de dados.

3.4.3 GML – Geography Markup Language

Para o OGC, a GML³⁴ (*Geography Markup Language*) em português, linguagem de marcação de geografia, utiliza XML para exprimir características geográficas. Pode servir de linguagem de modelagem para sistemas geográficos e como um formato aberto trocar informação geográfica. Também é conhecido como padrão XML para arquivos de dados cartográficos vetoriais.

Conforme o documento oficial OGC-00-029 (2000) publicado pelo OGC e voltado para a codificação do XML que aborda as características simples ‘*Simple Features*’ do padrão GML. Apresenta o mesmo como um XML codificado para o transporte e armazenamento de informação geográfica, incluindo a geometria e propriedades das características geográficas. Esta especificação define os mecanismos e a sintaxe que a GML usa para codificar a informação geográfica em XML.

A GML 3.0 (OGC, 2003), lançada em janeiro de 2003, trouxe importantes atualizações no padrão. A partir disso, Silva (2004, p.41) analisou a especificação a fim de descobrir se ela pode ser usada como um padrão aberto que atenda às necessidades brasileiras. A título de exemplo no Anexo H é apresentado o código GML, gerado diretamente pela ferramenta OpenJUMP³⁵, proporcionando que outros sistemas possam entender os dados manipulados e gerados pelo software livre OpenJUMP.

3.4.4 WMS – Web Map Service

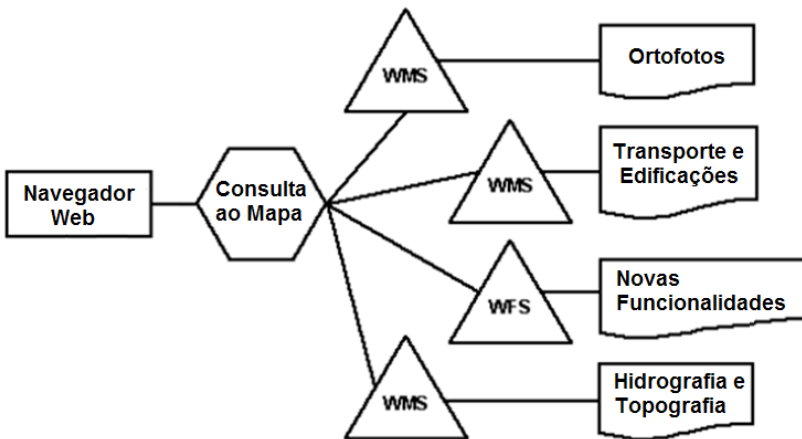
³⁴ GML Disponível em: <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>

³⁵ Projeto OpenJump é um sistema de informação geográfica escrito na linguagem Java e disponibilizado como software livre e código aberto. Disponível: <http://www.openjump.org/>

WMS (*Web Map Service*) é o serviço na web definido pelo OGC para produzir mapas de dados espaciais referenciados de forma dinâmica a partir de informação geográfica. Este padrão internacional define um "mapa" como uma representação da informação geográfica. Os mapas produzidos por WMS são gerados normalmente em um formato de imagem como PNG, GIF o JPEG, e ocasionalmente como gráficos vetoriais no formato SVG (*Scalable Vector Graphics*) o WebCGM (*Web Computer Graphics Metafile*).

A especificação WMS visa padronizar os serviços web que fornecem mapas digitais na forma de imagens. Na figura 17 é representado o uso e a relação do WMS com outras soluções tecnológicas.

Figura 17 – Suporte à Decisão com a utilização do WMS



Fonte: OGC (2006).

Conforme PAINHO et. al. (2002), a primeira especificação do OGC referente ao WMS (versão 1.0.0) foi publicada em 19 de Abril 2000³⁶, com resultado da WMT (*Web Mapping Testbed*) fase 1.

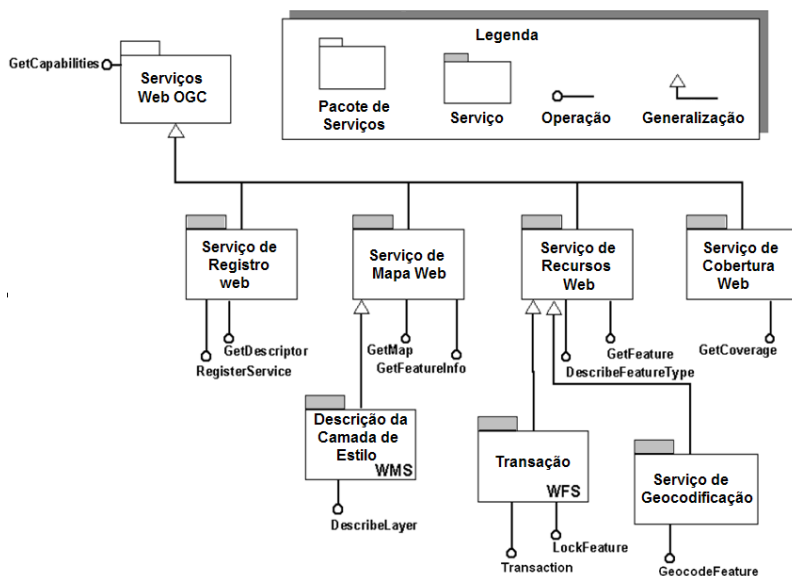
Esta versão suportava uma interoperabilidade básica entre servidores de mapas e clientes, mas não considerava aspectos relativos à integração com outras especificações do OGC, como características simples (*Simple Features*) ou coberturas (*Coverages*), bem como dados

³⁶ Open GIS Consortium Web Map Server Interface Implementation Specification, Revision 1.0.0., Open GIS Project Document 00-028, Abril 2000.

com a dimensão temporal ou outras dimensões. Algumas destas questões foram cobertas pela versão 1.1.0 (resultado da fase 2 da WMT), que constitui uma revisão da versão anterior, publicada em 21 de Junho de 2001.

A versão (1.1.1) foi publicada em 16 de Janeiro de 2002 e corrige algumas incorreções e introduz esclarecimentos relativos à versão anterior. A versão (1.3.0) por sua vez foi publicada em 20 de janeiro de 2004, é a publicação mais recente da especificação para implementação lançada em 15/03/2006³⁷. O WMS enquadra-se num conjunto de serviços definidos pelo OGC, relativo à disponibilização de informação geográfica na WEB, por OGC Web Services (OWS). Na figura 18 apresenta-se o diagrama da arquitetura de funcionamento e a relação entre estes serviços.

Figura 18 – Diagrama da Arquitetura de Web Services.



Fonte: Adaptada de OGC versão: 01-068r3 (2002).

³⁷ Web Map Server Implementation Specification, Revision 1.3.0., Open GIS Project Document 06-042, Março 2006.

3.4.5 WFS – Web Feature Service

O WFS³⁸ é o padrão de serviços web “*web service*” que fornece dados no formato GML, descreve as operações de manipulação de dados conforme especificações do OGC e as características simples de forma que os servidores e os clientes possam se “comunicar” ao nível desejado.

Um servidor WFS é um servidor que suporta um conjunto bem definido de operações para processamento de consulta e processamento transacional sobre feições geográficas, cuja implementação é baseada na especificação contida no documento WFS. Tal especificação define as operações e os requisitos necessários para a concepção do servidor WFS, buscando estabelecer interoperabilidade entre sistemas. Conforme (CONeGOV, 2004) a especificação WFS define:

- a utilização de HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) como meio de comunicação entre cliente e servidor;
- a utilização de documentos XML como interface para a troca de informações entre cliente e servidor;
- a utilização de GML para representação das feições.

Existem duas classes de servidores WFS que variam de acordo com os tipos de operações que eles disponibilizam:

- WFS Básico (WFS): visa a implementação das operações utilizadas no processamento de consultas sobre feições geográficas;
- WFS Transacional (WFS-T): visa a implementação de todas as operações do WFS básico e, adicionalmente, o uso das operações utilizadas no processamento transacional sobre as feições geográficas. Tais operações incluem a criação, remoção e alteração de feições.

³⁸ Web Feature Service . Disponível em: <http://www.opengis.org/docs/02-058.pdf>.

3.4.6 WCS – Web Coverage Service

É o serviço específico para o tratamento de dados modelados como geocampos, em complementação ao serviço WFS, que trata de dados modelados como geobjetos, isto é, que representam entidades espaciais discretas e bem definidas. É importante mencionar que o serviço não retorna imagens de coberturas (*coverages*) como resposta das requisições, mas sim, dados sobre a semântica dos fenômenos representados.

O serviço web comum WCS³⁹ (*Web Coverage Service*), segundo o documento do OGC 05-008 (2005), é a especificação de implementação que detalha muitos dos aspectos que são, ou serão (esforços de harmonização de caminhos), comum a todas as especificações de implementação dos serviços web de interface.

Essas especificações incluem o serviço web de mapa (WMS), serviço web de características (WFS), e o serviço web de cobertura (WCS). Todos os serviços citados anteriormente incluem aspectos comuns como: pedido de operação e conteúdo de resposta; parâmetros incluídos em pedidos de operação e respostas; e a codificação de pedidos de operação e respostas.

O WCS é especificação do serviço web para aprimorar o padrão WMS fornecendo imagens com valores que indicam propriedades geográficas e não apenas valores referentes a uma determinada cor.

3.4.7 SLD – Styled Layer Descriptor

Conforme CONeGOV (2004), a linguagem SLD (*Styled Layer Descriptor*)⁴⁰ é definida pelo OGC para representação gráfica de objetos espaciais. Nesta linguagem é possível definir regras agrupando objetos em diferentes categorias e definindo para cada grupo um estilo diferente. Estes estilos podem ser utilizados por ferramentas de visualização que

³⁹ *Web Coverage Service*. Disponível em: <http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>

⁴⁰ *Styled Layer Descriptor (SLD)*. Disponível em: <http://www.opengis.org/docs/02-070.pdf>.

geram a simbologia associada a cada feição geográfica. A SLD é diferente da especificação GML.

A especificação GML não se preocupa com a representação de uma feição ou com a simbologia que essa feição deve possuir. GML se restringe na descrição das feições. A associação de uma feição geográfica com uma determinada simbologia deve ser feita no aplicativo de visualização. Um aplicativo de visualização deve permitir a visualização de mapas com múltiplas feições, construídas a partir de esquemas SLD e GML. Na visualização, os mapas podem ser exibidos, por exemplo, através de documentos SVG (*Scalable Vector Graphics*)⁴¹.

A conversão para o formato SVG pode ser feita através da utilização de XSL (*XML Stylesheet Language*), onde informações das feições e do estilo de cada feição são combinadas para a geração de um documento SVG. Um arquivo SVG pode ser visualizado em um navegador que tenha suporte para SVG. Esse processo está representado na figura 19.

Figura 19 – Exemplo do processo de visualização com suporte ao padrão SVG.



Fonte: CONeGOV (2004).

3.4.8 SFS – Simple Features Specification

Esta especificação do SFS⁴² define um formato, de acordo com o SQL padrão para armazenamento, leitura, análise e atualização de

⁴¹ Scalable Vector Graphics (SVG). Disponível em: <http://www.w3.org/Graphics/SVG/>.

⁴² Simple Features Specification. Disponível em: <http://www.opengeospatial.org/standards/sfs>

“feições simples” (dados geográficos) através de uma API1 (ODBC2). O OGC define uma “feição simples” como uma composição de atributos espaciais e metadados. Estas feições são baseadas em geometrias 2D com interpolação linear entre os vértices. O PostGIS é o módulo do PostgreSQL (SGBD de código aberto) que implementa essa especificação e estende as geometrias para 4 dimensões com inúmeras funcionalidades adicionais.

O documento 99-049 do OGC define os detalhes dessa interface que deve conter, entre outras coisas, análises topológicas.

3.4.9 WRS – Web Registry Server

O Serviço de Registro Web (WRS⁴³) é um componente de software que suporta a descoberta e avaliação de recursos em tempo de execução, tais como serviços, conjuntos de dados, e sistemas de aplicação.

Também pode definir um mecanismo comum para classificar, registrar, descrever, pesquisar, manter e acessar informações sobre recursos Web OGC. O WRS fornece os métodos para gerenciar um repositório, um cliente do registro e um aplicativo usado para acessar o registro.

3.4.10 WCTS – Web Coordinate Transformation Service

É uma especificação da interface para um serviço de transformação de coordenadas web (WCTS⁴⁴), que pode ser usado por aplicativos geoespaciais e outros serviços. Mais especificamente, este serviço transforma coordenadas geoespaciais de um sistema de coordenadas de referência em outra, conforme solicitado pelos clientes deste serviço. Esta especificação é um serviço web da OGC e pode ser adequada para outros serviços web.

⁴³ WRS v. 0.0.2: Disponível em: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=1028

⁴⁴ WCTS v. 0.3.0: Disponível em: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8847

3.4.11 WTS – Web Terrain Service

O objetivo do serviço web de terreno (WTS⁴⁵) é produzir visualizações de perspectiva de dados georreferenciados tipicamente para modelos de cobertura em três dimensões (3D).

O WTS produz visões de dados georreferenciados onde é definida uma "perspectiva" como uma representação visual dos dados geográficos. Esta especificação padroniza a maneira pela qual os clientes solicitam pontos de vista e da maneira que os servidores descrevem os seus dados. São necessárias três operações para sua definição:

- **GetCapabilities:** serve para obter o nível de serviços dos metadados, que é uma descrição legível para as máquinas (e legível para as pessoas), com informações do conteúdo da WTS com parâmetros de requisição aceitáveis.
- **GetView:** serve para obter uma cena em 3D, cujo os parâmetros dimensionais e geoespaciais são indiretamente definidos.
- **GetMap:** serve para obter um mapa cujo os parâmetros geoespaciais e dimensionais são definidas diretamente.

⁴⁵ WTS v. 0.3.2: Disponível em: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=1072

3.5 SERVIDOR DE MAPAS PARA INTERNET

Segundo Lime (2006), o MapServer é um ambiente de desenvolvimento de código fonte aberto utilizado para construir aplicações espaciais habilitadas para o uso na internet. O MapServer não é um sistema SIG completo, nem deseja ser. Ao contrário, o MapServer visa distribuir dados espaciais (mapas, imagens, e dados de vetor) para funcionamento na rede internet, intranet ou extranet.

Desenvolvido originalmente pelo projeto ForNet da Universidade de Minnesota (UMN), em cooperação com a NASA e o Departamento de Recursos Naturais de Minnesota (MNDNR). Atualmente, o projeto MapServer é abrigado pelo projeto TerraSIP, um projeto patrocinado conjuntamente pela NASA, UMN e um consórcio de diversas organizações interessadas no gerenciamento da terra.

Conforme Kanegae (2004), o sistema MapServer foi desenvolvido utilizando-se de outros sólidos projetos de softwares livres e abertos tais como ShapeLib, GD, FreeType, LibTIFF, LibJPEG, além de outros. Sua plataforma de operação compreende boa parte de sistemas Unix-like (exemplo: Linux, FreeBSD), além de ser suportado em ambientes Windows9x/NT/2000/XP. O MapServer é licenciado sob os termos da MIT⁴⁶ *License*.

Além de permitir visualizar dados de SIG's, o MapServer permite a criação de imagens de mapas geográficos, mapas que podem direcionar usuários a outros conteúdos. Por exemplo, o departamento do estado Norte-Americano de Minnesota DNR *Recreational Compass* consegue prover a seus usuários mais de 10.000 páginas da web com relatórios e mapas através de um único aplicativo *web mapping*. O mesmo aplicativo serve como um “gerador de mapas” para outras partes do site, gerando uma contextualização espacial quando necessário.

Até o momento o software MapServer é mantido por um comitê e contém um número crescente de desenvolvedores (cerca de 20) de vários lugares do mundo. É patrocinado por um grupo de organizações que custeia melhorias e a manutenção, proporcionando o seu uso e a sua

⁴⁶ MIT License: Disponível em <http://www.opensource.org/licenses/mit-license.php>

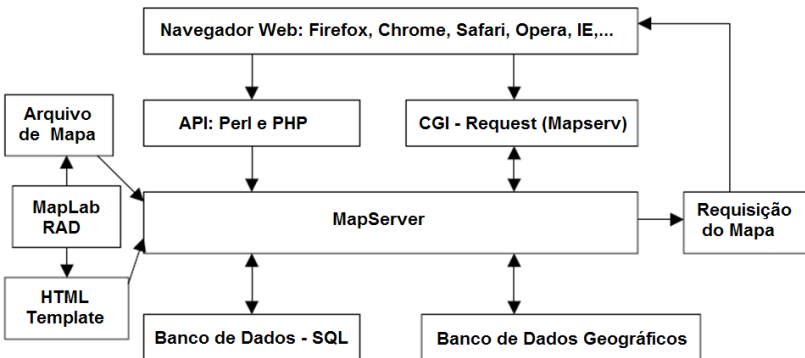
propagação nos mais diferentes segmentos do mercado e na vida acadêmica.

Possui implementações das especificações do Open GIS Consortium OGC, as quais cita-se (WMS, WFS, WMC e WCS), além de características importantes para a produção cartográfica avançada, como exemplo:

- Desenho de camadas e execução de aplicativos dependentes de escala;
- Rotulação de camadas, incluindo mediação de colisão de rótulos;
- Saída direcionada por modelos altamente personalizáveis;
- Fontes TrueType;
- Automação de elementos de mapas (escala, mapa de referência e legenda);
- Mapeamento temático, usando classes baseadas em expressões lógicas ou expressões regulares;

Na figura 20 apresenta-se o esquema geral de funcionamento do MapServer.

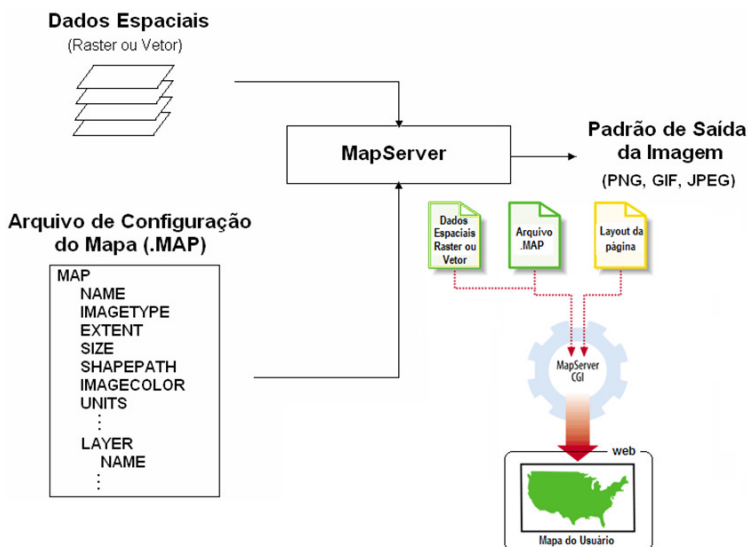
Figura 20 – Esquema do Framework MapServer com CGI e WMS.



Fonte: Adaptada de Raghavan et. al. (2003).

Na figura 21 é exemplificada a sincronia entre os dados espaciais de entrada no formato raster ou vetor, através da configuração no arquivo denominado mapfile com extensão (.map), sendo possível configurar a aplicação MapServer com o padrão de saída desejado.

Figura 21 – Transformação de Dados Espaciais e divulgação na Internet.



Fonte: Adaptada de (Mitchell, 2005) e (Santos, 2006).

O MapFile é um arquivo em formato texto, que faz todas as definições e configurações iniciais necessárias para execução de uma aplicação MapServer.

Este arquivo é lido pelo MapServer em cada interação do usuário com a aplicação e define diversas características da aplicação como: que mapas serão disponibilizados, como estes mapas serão apresentados, com que cor, com que símbolo, a escala que o usuário poderá aproximar-se, dentre outras características.

Em outras palavras, o MapFile define como os MAPAS (dados) serão apresentados ao usuário, conforme exemplo do código na figura 22.

Figura 22 – Código exemplo do arquivo MapFile (.map) do MapServer.

```

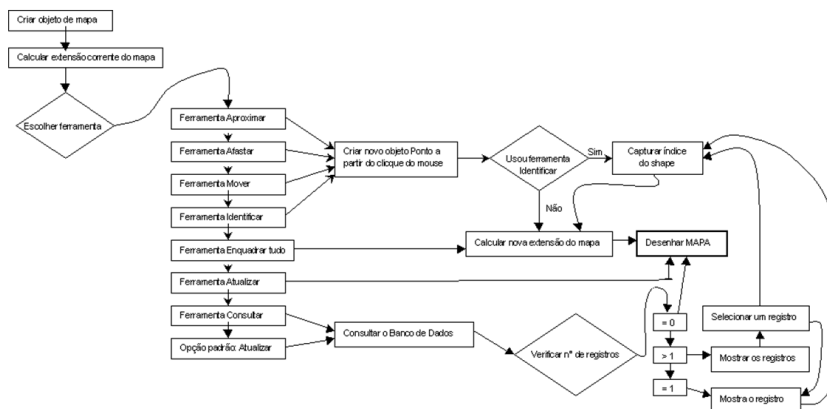
1  MAP
2  EXTENT      -53.11 -25.312 -44.161 -19.779
3  SHAPEPATH  "../mapas/"
4  SIZE        400 300
5
6  LAYER
7  |  NAME      "uf"
8  |  TYPE      POLYGON
9  |  DATA     "sp_uf"
10 |  STATUS    DEFAULT
11 |  CLASS
12 |  |  NAME      "São Paulo"
13 |  |  OUTLINECOLOR 0 0 0
14 |  |  COLOR     255 255 192
15 |  |  END
16 |  END
17 |
18 |  LAYER
19 |  |  NAME      "rvia"
20 |  |  TYPE      LINE
21 |  |  DATA     "sp_rvia"
22 |  |  CLASS
23 |  |  |  NAME      "Rodovias"
24 |  |  |  COLOR     255 128 0
25 |  |  |  END
26 |  |  END
27 |  END
28 END

```

Também no Anexo E encontra-se disponível a codificação completa utilizada no arquivo (.map), exemplificado anteriormente que configura a aplicação e a apresentação das camadas que compõem um mapa a ser disponibilizado na web.

Na figura 23, Kanegae (2005) apresenta esquematicamente o funcionamento e a relação de serviços que podem ser configurados junto ao MapServer.

Figura 23 – Esquema funcionamento do MapServer.



Fonte: Adaptado de (Kanegae, 2005).

Após a configuração do software mapserver na plataforma windows, percebeu-se algumas limitações do software com relação à respectiva estrutura configurada para este ambiente operacional. Sendo que a solução foi partir para a configuração do software na plataforma linux em busca de melhor desempenho do conjunto de aplicações.

Apesar de existirem várias distribuições linux exclusivamente preparadas para trabalhar com aplicações científicas que utilizam dados geográficos e com vários softwares gratuitos, buscou-se entender o procedimento na configuração de cada uma das aplicações utilizadas.

Com isso, após inúmeras tentativas de configuração junto ao sistema operacional linux na distribuição Mandriva, foi possível obter sucesso na configuração de todos os elementos necessários para o perfeito funcionamento do servidor de mapas MapServer.

Outra instalação do software Mapserver foi realizada no sistema operacional Linux Debian 5 (Lenny), onde são apresentados no quadro 5 os pacotes que tiveram que ser compilados separadamente para a configuração da aplicação:

Quadro 5 - Relação de bibliotecas compiladas (pacotes) para Linux.

Gdal-1.3.1.tar	GDAL (<i>Geospatial Data Abstraction Library</i>), Biblioteca responsável por acesso a diversos formatos de arquivos raster e vetoriais utilizados por softwares de geoprocessamento no mundo todo. Disponível em http://www.gdal.org/
Geos-2.2.1.tar	GEOS (<i>Geometry Engine Open Source</i>) mecanismo de geometria desenvolvido na linguagem C++, de código aberto disponibilizado na licença LGPL e portátil na topologia Java. Possui interfaces em C++, C e Python. Disponível em http://geos.refrations.net/
jpegsrvc.v6b.tar	Biblioteca com suporte para as imagens no formato (JPEG) Disponível em http://site.n.ml.org/info/libjpeg/
libpng-1.2.8-config.tar	Biblioteca com suporte para imagens no formato (PNG) Disponível em http://www.libpng.org/
postgis-1.1.1.tar	Desenvolvido pela Refrations Research como um projeto de pesquisa sobre tecnologias <i>opensource</i> (código aberto) para banco de dados espaciais; Permite o suporte na manipulação de objetos espaciais através do modelo objeto relacional do BD PostgreSQL; Permite a utilização de PostgreSQL como um <i>backend</i> (mecanismo de retaguarda) para sistemas de informações geográficas. Disponível em http://postgis.refrations.net/docs/
proj-4.4.9.tar	PROJ.4 é a biblioteca de projeção cartográfica escrita por Gerald Evenden da USGS. A primeira versão pode ser encontrada em: http://www.remotesensing.org/
Tiff-3.8.1.tar	Biblioteca com suporte as imagens do tipo (TIFF) <i>Tag Image File Format</i> . Disponível em: ftp://ftp.remotesensing.org/pub/libtiff/tiff-3.8.2.zip
libdwg-0.3.tar.bz2	Biblioteca para livre acesso aos arquivos no formato DWG (CAD), proporcionando sua manipulação e conversão para outros formatos sem a utilização de ferramentas proprietárias. Licença: GNU GPL v.3. http://libdwg.sourceforge.net/pt/index.html

3.5.1 Aplicativo CartoWeb

O CartoWeb é um framework, ou seja, um conjunto de recursos para auxiliar no desenvolvimento de poderosas e avançadas aplicações de *web mapping*.

O CartoWeb3 apresentado na figura 24 é um sistema de informação geográfico para web, pronto para ser utilizado, incluindo várias características importantes.

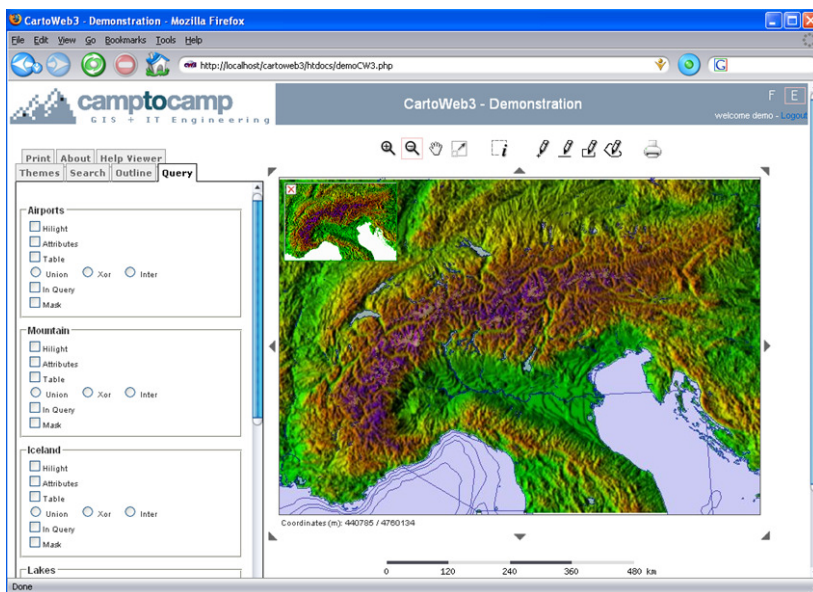
O framework apresenta uma solução extensível e modular, também possui uma estrutura que permite construir avançadas aplicações customizadas. Desenvolvido por Camptocamp⁴⁷, é baseado no servidor de mapas MapServer e disponibilizado sob a licença GNU-GPL⁴⁸. As funcionalidades cartográficas do CartoWeb são:

- a. Mapa principal;
- b. Mapa dinâmico;
- c. Ferramentas de navegação: zoom-in, zoo-out, panning;
- d. Árvore de layers;
- e. Ferramenta de consulta geográfica;
- f. Ferramentas de Redlining: manipular pontos, linhas, retângulos e polígonos;
- g. Ferramentas de medição: distâncias e superfícies;
- h. Interpretador de idioma: suporte à internacionalização;
- i. Link de Login: aos usuários e suporte às regras;
- j. Impressão de diálogo: produção em PDF das funcionalidades cartográficas.

⁴⁷ CamptoCamp: Disponível em <http://www.camptocamp.com>

⁴⁸ GNU-GPL: Disponível em <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>

Figura 24 – Aplicação web mapping baseada no UMN MapServer.



Fonte: Cartoweb (2005).

3.5.2 Aplicativo i3GEO

O aplicativo I3GEO é um sistema desenvolvido pela Coordenação Geral de Tecnologia da Informação e Informática (MMA/CGTI, 2005) a partir da integração de diversas ferramentas computacionais livres, a exemplo do programa Mapserver. Através de uma única interface, conforme apresentado na figura 25, é possível a visualização e análise de dados geográficos pela internet a partir da criação de mapas interativos, o que possibilita o acesso do público em geral a um conjunto de informações relevantes sobre o meio ambiente.

Possui ferramentas básicas para manipulação de mapas interativos, além de facilidades, o sistema I3GEO está licenciado pelo Ministério do Meio Ambiente, por meio da PORTARIA Nº 186⁴⁹, como

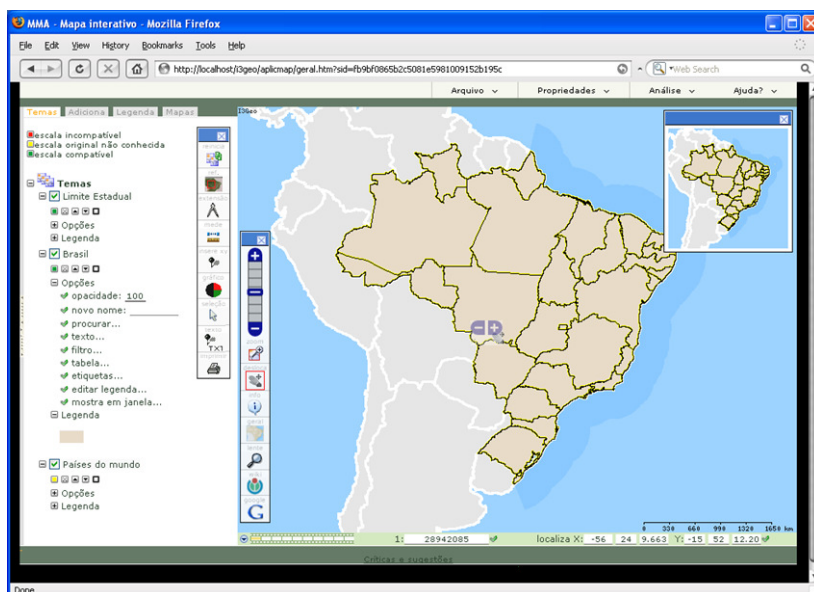
⁴⁹ Portaria n.º. 186 de 12 de junho de 2006, foi publicada no D.O.U. Nº 112, terça-feira, 13 de junho de 2006, seção 1, às páginas 80 e 81.do Gabinete da Ministra de Estado do Meio Ambiente - Disponível http://www.mma.gov.br/estruturas/sinima/_arquivos/portaria186.pdf

programa computacional livre sob a licença GPL, estando disponível para ser utilizado e incorporado por qualquer instituição interessada.

Com isso, através da PORTARIA Nº 186, o Ministério do Meio Ambiente - MMA coloca à disposição da sociedade, ao licenciar sob o regime da GNU/GPL, o software I3GEO, desenvolvido pela equipe do próprio Ministério a partir de softwares livres.

Entre outras considerações, o texto da portaria, assinada pela Ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, ressalta que o licenciamento de programas de computador em regime livre é uma forma de compartilhamento dos bens públicos com a sociedade, e o uso deste bem por um cidadão não exclui a utilização deste mesmo bem pelos demais. Inserindo essa iniciativa no contexto da colaboração solidária e de participação no desenvolvimento da inteligência coletiva.

Figura 25 – Layout do Aplicativo I3GEO.



Fonte: MMA (2006).

Segundo o site do Ministério do Meio Ambiente (2006), o programa de computador denominado I3GEO é um software de livre

distribuição, o que significa que poderá e deverá sofrer os ajustes e as melhorias que outros órgãos do governo, empresas e usuários entendam ser importantes.

As funcionalidades e o projeto inicial foram desenvolvidos para facilitar o acesso à informação e seguem padrões do OGC.

3.5.3 Aplicativo SPRING WEB

O Spring Web é um aplicativo desenvolvido na linguagem Java que permite a visualização de dados geográficos armazenados em um servidor remoto (INPE, 2005). A transferência dos dados é realizada pela Internet e a sua visualização é feita por um navegador (browser), sem a necessidade de programas específicos, para tanto basta acessar o site onde se encontra a aplicação e executá-lo.

Nestas condições, o código do Spring Web é transferido para a máquina do requisitante, juntamente com as informações geográficas essenciais. Na medida em que o usuário solicita a visualização de novos planos de informação (layers), os mesmos são transferidos e visualizados na máquina do usuário.

Como os planos disponibilizados podem variar de tamanho, a eficácia na utilização do Spring Web está diretamente ligada a uma conexão eficiente com a rede seja Internet, Intranet ou Extranet.

O programa utiliza um formato ASCII de estrutura simplificada e facilmente reproduzida pelo usuário. Para utilizar o Spring Web, é necessário o "plug-in" do ambiente JAVA 2.0 (*Java Plug-in version 1.3*)⁵⁰ para o navegador executar os aplicativos. Esta biblioteca pode ser obtida diretamente no site do próprio DPI/INPE⁵¹.

O Spring Web foi desenvolvido inicialmente por Ubirajara de Freitas em (1996) com a versão 1.0, e posteriormente por Carlos Ho Shih Ning (1999) com a versão 2.0 e também no ano (2000) com a versão 3.0.

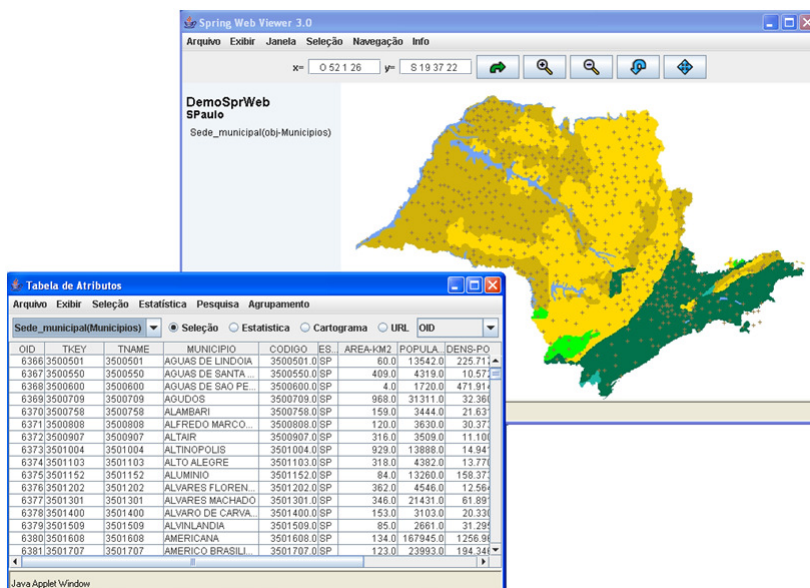
⁵⁰ Sun Microsystem – Disponível em <http://java.sun.com/products/jdk/1.2/jre/>

⁵¹ DPI/INPE – Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/sprweb/springweb.html>

Ele é composto por uma janela principal (Janela do Mapa) e de diversas janelas auxiliares, conforme o exemplo na figura 26 com estudo de caso do município de São Paulo - Brasil. Este applet faz uso das bibliotecas básicas Java que ficam embutidas nos navegadores como o Netscape Navigator, Mozilla Firefox, Internet Explorer e outros.

Ainda na figura 26 é apresentado o layout principal da aplicação em execução, contendo dados ligados aos polígonos do respectivo mapa utilizado no exemplo, permitindo utilizar recursos de seleção, de estatística e de cartogramas. (KOCMOUD, 1997) e (HOUSE et.al., 1998)

Figura 26 – Tela de Aplicação do Spring Web - Fonte: INPE (2005)



Fonte: INPE (2003).

Além dos recursos básicos e operacionais do Spring Web, destacam-se as funcionalidades que abrangem: a utilização da tabela de atributos; estatística básica (Total Geral, Média Geral); valor mínimo; valor máximo; pesquisa; agrupamento; cartograma; e seleção.

O formato dos arquivos segue o padrão ASCII, sendo facilmente editado pelo usuário. Nas versões mais recentes do sistema SPRING está disponível a função que exporta um plano ou vários planos de informação para o formato SPRING WEB.

Sendo que, existem dois tipos principais de arquivos o (.MAP) e o (.ATT). O arquivo com o formato (.MAP) aborda a formatação e as características do mapa. Por sua vez o formato do arquivo (.ATT) contém as informações da Tabela de Atributos relacionada a uma camada (*layer*), ambos encontram-se disponíveis no Anexo I.

No sistema SPRING existe uma função que exporta os dados para o formato do SPRING WEB e segue a descrição dos tipos de dados acima. É possível alterar o nome de layers, cor, espessura de linha, etc., bastando editar os arquivos exportados.

Porém o Spring Web não tem nenhuma dependência do SPRING, então para disponibilizar dados que estejam em outros sistemas, basta exportar para algum formato ASCII semelhante e editá-lo, tornando-o compatível com o formato do Spring Web.

Além dos arquivos com extensão (map, att e jpg), quando for o caso, será preciso mais dois arquivos: o springclient.jar, aplicativo Spring Web em Java e a página em HTML para iniciar a aplicação.

Para testar a aplicação, basta colocar os dados em uma pasta específica no computador e iniciar a página html através de um navegador, não se esquecendo da instalação prévia do plugin antes de executar pela primeira vez, sendo que, a página em HTML deve conter além das estruturas tradicionais, as instruções apresentadas podendo substituir seus parâmetros.

3.6 CONSIDERAÇÕES

Neste capítulo foi realizado o estudo e avaliação das principais arquiteturas computacionais de suporte as aplicações de mapas interativos através da web. Ainda foram abordados os aspectos de interoperabilidade de dados geográficos para integração entre aplicações de SIGs através de protocolos e serviços.

Também foram analisadas as especificações da OGC conforme WMC, WSC, GML, WMS, WFS, WCS, SLD, SFS, WRS, WCTS e WTS.

A revisão sobre arquitetura do servidor de mapas MapServer foi realizada com detalhes do esquema funcional para implementação de aplicações *web mapping*.

Para ilustrar foram apresentados casos de sucesso a exemplo do CartoWeb e I3GEO. Também, outra proposta de implementação foi analisada através do aplicativo Spring Web proposto pelo INPE. Neste capítulo também foi possível analisar o código gerador de mapas do MapServer (.map) conforme Anexo - E, também o código de intercâmbio da OGC (.gml) conforme Anexo - H e por último os códigos do SpringWeb (.map, .att e html) conforme o Anexo - I.

4 MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO CONSTRUTIVISTA (MCDA-C)

Neste capítulo é apresentado um breve resumo sobre a metodologia MCDA-C que será utilizada no desenvolvimento das atividades e, conseqüentemente no apoio à decisão. Sendo assim, buscou-se fazer uma introdução conceitual detalhando os principais procedimentos e características da metodologia.

4.1 INTRODUÇÃO

Um processo de apoio à decisão é um sistema aberto, de que são componentes os atores, seus valores e objetivos, e as ações e suas características. A atividade de apoio à decisão pode então ser vista como um processo de interação com uma problemática mal estruturada, onde os elementos e suas relações emergem de forma mais ou menos caótica (BANA e COSTA, 1993).

A Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão – Construtivista (MCDA-C) surge como uma evolução da Pesquisa Operacional (Vincke, 1992), sendo formada por um novo espírito: o reconhecimento dos limites da objetividade (Roy et. al., 1996). Diante de tal reconhecimento, esta metodologia enfatiza uma diferença básica de atitude, conforme manifestações de Roy (1990; 1993).

Enquanto as abordagens tradicionais tentam dar uma solução ao problema, MCDA enfatiza a ideia da construção do problema, ou seja, enfoca a modelação do contexto decisório, por meio da consideração das convicções e valores dos atores envolvidos no processo decisório. Esta modelação visa permitir a construção de um modelo de avaliação, com base no qual se acredita que as decisões tomadas sejam as mais adequadas para o contexto em questão (ENSSLIN et. al., 2000-p. 80).

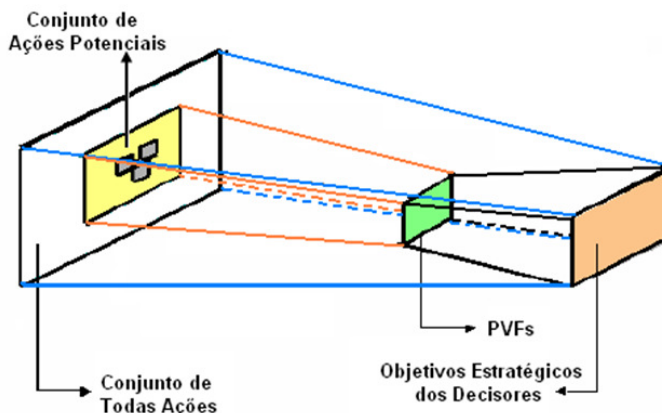
A abordagem Multicritério de Apoio à Decisão – (MCDA) pode ser enquadrada como um processo para avaliar as abordagens de

avaliação de desempenho, bem como um processo para desenvolver um modelo sistemático de avaliação de desempenho. No paradigma construtivista, o objetivo dos modelos é a geração de conhecimentos aos decisores. Tais modelos devem servir como base para que os decisores compreendam a repercussão que as ações exercem sobre seus valores e, além disso, permitem identificar oportunidades de aperfeiçoamento.

Segundo Competitiva (2000), a decisão é um processo que raramente tem um decisor bem definido e único. Ela geralmente envolve um grupo de atores. As metodologias multicritério foram concebidas com a finalidade de permitir identificar os valores dos decisores. A partir dos decisores são avaliadas as ações, fornecendo resultados desejados segundo a problemática. Sendo assim, busca-se elaborar para cada problemática um quadro que facilite a indicação de como as ações serão implementadas.

Para Bana e Costa (1993), os valores dos atores / decisores são elementos-chave para a construção de um modelo de Apoio à Decisão. Um conjunto de ações potenciais é o seu ponto de aplicação. O processo de apoio à decisão ocorrerá sobre o conjunto de ações potenciais. Estas ações proporcionam os pontos de vista fundamentais (PVFs) caracterizados pela possibilidade de sua concreta aplicação, julgada dessa forma por pelo menos um decisor, conforme ilustrado na figura 27.

Figura 27 – Pontos de Vista Fundamentais no Processo Decisório

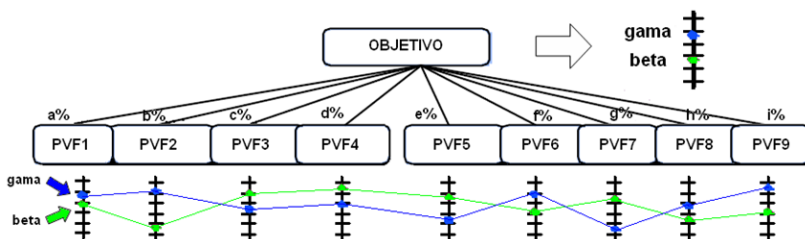


Fonte: Adaptada de Kenney (1992, p.46).

Conforme Carpes (2005, p.58), a geração de conhecimento e o suporte às decisões só são possíveis, todavia, quando o decisor tem condições de: visualizar e compreender o desempenho das consequências das possíveis alternativas (decisões) em todos(as) fatores/características por ele julgados importantes em seu sistema de trabalho, bem como integrar estes fatores/características para, a partir dos desempenhos individuais, igualmente, visualizar e compreender as consequências no desempenho global. Com isso alcançado, o decisor pode compreender o desempenho de seu sistema de forma transparente, identificar oportunidades para um aperfeiçoamento e promover maior coerência e objetividade em suas decisões.

Na figura 28, é exemplificado como a metodologia MCDA-C permite que o decisor consiga identificar ações (decisões) mais convenientes de forma clara e transparente, considerando cada ponto de vista fundamental (PVF), onde são estabelecidos os níveis de impacto bom (ex. gama) e neutro (ex. beta).

Figura 28 – Pontos de Vista Fundamentais no Processo Decisório



Fonte: Adaptada de Carpes (2005, p.138).

Segundo Petri (2005, p.136), a metodologia MCDA pode ser aplicada a qualquer tipo de organização, seja ela, grande, média, pequena ou micro, instituições sem fins lucrativos, educação, negócios inovadores dentre outros. Pode-se dizer que é muito versátil e robusta, podendo ser aplicada nas mais variadas situações que possam aparecer.

As Metodologias de Multicritério tiveram origem na Escola Européia de Multicritério em Apoio à Decisão (MCDA) e na Escola Americana da Tomada de Decisão (MCDM). Tais métodos permitem agregar vários critérios para realizar uma escolha, ordenação, alocar em

categorias ou descrever um conjunto de alternativas. Existem além das abordagens propostas pela escola Europeia e Americana, outras abordagens multicritério igualmente importantes relacionadas a pesquisa e solução de problemas conforme apresentado no quadro 6.

Quadro 6 - Abordagens Multicritério.

Abordagens	Propósitos
Multicritério na Tomada de Decisão (MCDM)	Leva em conta as preferências do decisor implicitamente, enquanto analisam as alternativas reais explicitamente em busca da solução ótima, fazendo prescrições.
Multicritério em Apoio à Decisão (MCDA)	Promove ao decisor meios para ajudá-lo a compreender a resolução de problemas no qual estão representados por critérios conflitantes ou não, e ao final do processo são feitas recomendações.
<i>Multi-attribute Utility theory (MAUT)</i>	Considera que uma dada ação contribui para utilidade dos decisores, relacionando ao aspecto que está sendo levado em conta em um determinado critério.
Subordinação ou <i>Outranking</i>	Considera limiares de preferência apresentados por meio de faixas, ou seja, quando o decisor não tem condições de determinar um valor entre a e b sabe-se que o mesmo tem conhecimento, mas não consegue expor.
Programação linear Multiobjectivos (MOLP)	O propósito dessa abordagem se concentra em otimizar simultaneamente mais de uma função objetivo.

Fonte: Adaptado Dutra (1998), Holz (1999) e Ensslin et. al. (2001).

A metodologia MCDA-C possui um processo capaz de se adequar a qualquer contexto complexo. No entanto, sua operacionalização requer muito conhecimento por parte do facilitador/especialista, além da participação efetiva dos demais atores

envolvidos. Sendo assim, no quadro 7 são listados vários aspectos que devem ser considerados ao utilizar a metodologia MCDA-C.

Quadro 7 - Análise da Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão.

Aspectos Considerados		Pontos Fortes (aspectos relevantes ou vantagens)	Pontos Fracos (limitações ou desvantagens)
Conhecimento	Forma	Explícito	
	Entendimento	Gera e descreve	
	Reconhecimento científico	Legítimo	
	Acesso	Amplio	
Fatores Críticos de Sucesso	Forma	Apresenta	
	Operacional	Factual	
	Mensurável	Sim	
	Compreensível		Necessidade de especialistas
Indicadores	Definição (Estados possíveis)	Misto	
	Escala	Intervalo	
	Padrões (referências ou ancoras)	Sim	
	Ações	Inova, previne e corrige	Ausência de processo estruturado
Tomada de decisão	Visão (global ou local)	Global e local	
	Resultado da decisão	Valores	
	Efetividade	Transparente, justificado e comprovado	

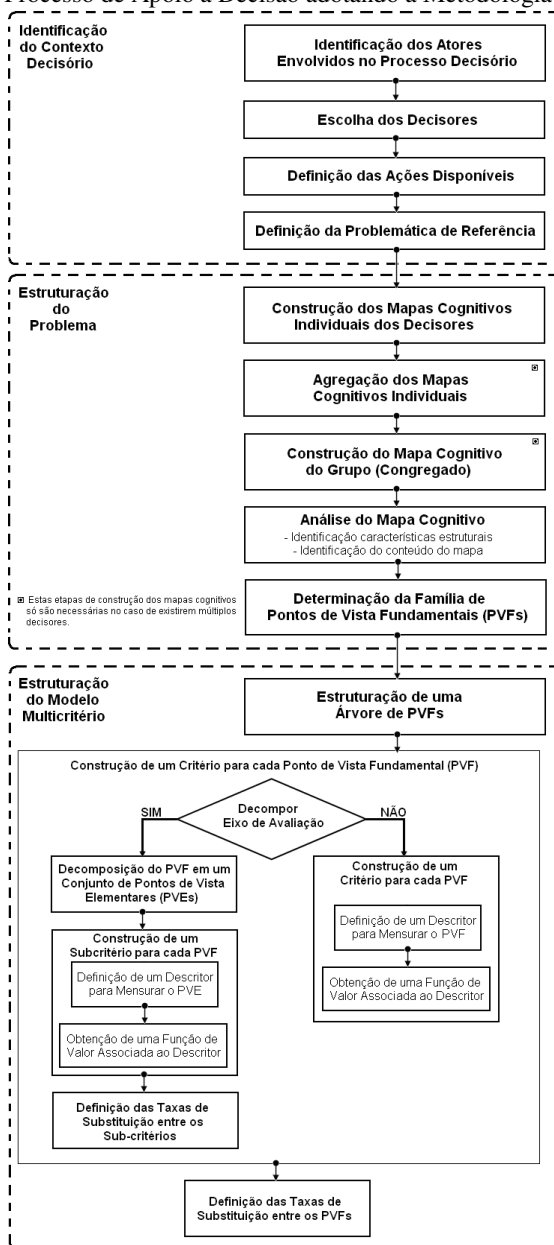
Fonte: Adaptado Petri (2005).

4.2 ETAPAS DO MODELO MCDA-C

Para Ensslin et. al. (2001, p.37), o processo de apoio à decisão é dividido em quatro grandes etapas: Identificação do Contexto Decisório, Estruturação do Problema dos Decisores, Estruturação do Modelo Multicritério e Avaliação das Ações Potenciais. A figura 29 exemplifica o processo de apoio à decisão multicritério na primeira, segunda e terceira etapa.

Ainda, Ensslin et. al. (2001) ressalta a importância de tratar o fluxo recursivo (ainda que a recursividade não seja apresentada graficamente nas respectivas figuras), pois ele permite que se retorne de qualquer ponto do fluxograma para alguma etapa anterior sempre que isto se fizer necessário. Esta recursividade é fruto da própria geração de conhecimento aos decisores sobre o seu problema, que exigirá a redefinição dos modelos utilizados no apoio à decisão. Também é necessário destacar que a avaliação e a geração de novas ações potenciais podem ocorrer durante todo o processo.

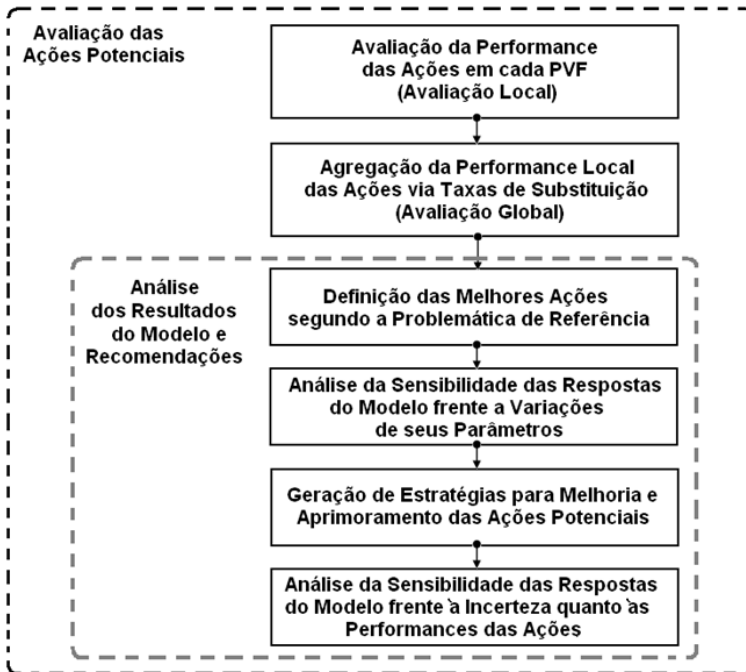
Figura 29 – Processo de Apoio à Decisão adotando a Metodologia Multicritério.



Fonte: Ensslin et. al. (2001, p.38).

Na figura 30 exemplifica-se o processo de apoio à decisão multicritério na quarta fase.

Figura 30 – Processo de Apoio à Decisão utilizando-se da Metodologia Multicritério (continuação).



Fonte: Ensslin et. al. (2001, p.40).

4.2.1 Identificação do Contexto Decisório

Pode-se iniciar com a identificação dos atores, ou seja, identificar aquele que está envolvido no processo decisório tendo interesses nas consequências da decisão (ENSSLIN et. al., 2000). Os atores são representados por uma pessoa, por um grupo de pessoas, por uma organização ou uma entidade, desde que esteja envolvida com os resultados do processo decisório (BANA e COSTA, 1993). Para Roy (1996), os atores são classificados como Agidos e Intervenientes, sendo que:

- Os Agidos são aqueles que não participam diretamente do processo decisório, sofrendo de forma passiva as consequências de uma decisão. Todavia, exercem pressões sobre os intervenientes, já que são afetados de forma positiva ou negativa pelas decisões.

- Os Intervenientes: podem ser indivíduos ou coletividades que, por sua intervenção direta, condicionam a decisão de acordo com seus sistemas de valores, explicitados através de opiniões e interesses. Por sua vez, os intervenientes estão classificados em:
 - a. Decisor: é o ator a quem foi formalmente ou por critérios naturais delegado o poder da decisão, ou seja, ele é o responsável pela decisão final. Sendo assim, deve estar apto a modificar o problema, assumindo as consequências da decisão tomada, sejam elas positivas ou negativas;

 - b. Representante (*Demandar*): é o ator a quem o decisor delegou a função de representá-lo durante o processo de Apoio à Decisão. Este é o intermediário dentro do processo, quando não há relacionamento direto entre o facilitador e o decisor;

 - c. Facilitador: é o ator que desempenha a tarefa de apoio ao processo decisório, ou seja, ele é um consultor externo, adotando uma metodologia explícita, vai auxiliar os intervenientes a gerar um melhor entendimento do contexto, de forma a permitir tomar a decisão mais apropriada. O facilitador nunca terá uma posição de neutralidade, pois sempre estará influenciando de alguma maneira o processo decisório. Para BANA e COSTA (1995), o facilitador precisa possuir um conjunto formidável de habilidades. Ele precisa compreender e operar uma metodologia, além de ser capaz de, intuitivamente, enfrentar questões novas de procedimento.

Para identificar as Ações, define-se:

[...] uma ação é a representação de uma eventual contribuição à decisão global, susceptível, face ao estado de avanço do processo de decisão, de ser tomada de forma autônoma e de servir de ponto de aplicação à atividade de Apoio à Decisão. (ROY, 1996)

Ainda para Roy (1996), as ações são definidas como pontos de aplicação independentes (uma das outras) que podem contribuir para o processo decisório. As ações são as opções que podem ser utilizadas para resolução do problema. Elas podem ser apresentadas como alternativas, objetos, candidatos ou outra forma de identificação.

[...] os valores dos atores são elementos-chave para a construção de um modelo de Apoio à Decisão; um conjunto de Ações Potenciais é o seu ponto de aplicação. (BANNA e COSTA, 1993)

De acordo com Roy (1996), as ações podem ser classificadas como Ações Reais e Ações Fictícias. Sendo que, as Ações Reais são aquelas que podem ser interpretadas a partir de um projeto real, ou seja, aquelas ações concretas que existem na realidade. As Ações Fictícias são aquelas caracterizadas por projetos apenas idealizados ou hipotéticos, isto é, ainda não completamente desenvolvidos. Ela não existe na realidade, ou seja, a ação foi criada com o propósito de efetuar comparações com as ações reais.

Para Dutra (1998), uma ação também pode ser definida como irrealista quando está fora do contexto social do problema, e caso esta se enquadre no contexto do problema, é dita como realista. Ainda, as Ações podem ser globais ou fragmentadas, sendo globais quando implica a exclusão de qualquer outra ação. Sendo fragmentadas quando é necessário incluir várias outras ações, isto é, quando é apenas parte de uma ação global.

Em cada etapa do processo decisório, a escolha de uma problemática é uma decisão importante a ser feita pelo facilitador, para conduzir a atividade de Apoio à Decisão. A problemática definida na identificação do contexto decisório proporciona o processo de

estruturação da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão, é aquela na qual o facilitador deverá identificar os atores do processo e também em que contexto deve interagir. O facilitador deve estar ciente e envolvido por esta responsabilidade, pois a consequência de sua maneira de proceder (de como irá gerar conhecimento) é que dará subsídios ao decisor para compreender o processo problemático no qual está inserido.

Para Zanella (1996), é possível definir a problemática como o conjunto de questões fundamentais de um determinado contexto decisório. Este conjunto de atividades permitirá ao facilitador destacar quais são as necessidades dos decisores dentro do processo decisório, tendo como objetivo básico estabelecer um “plano de trabalho” que servirá de referência para prosseguir no processo de apoio à decisão.

Outras formas para definir a problemática são apresentadas por Bana e Costa (1993), Roy (1996), Martins (2003), mas não serão abordadas nesta revisão.

4.2.2 Estruturação do Problema

A fase de estruturação do processo de apoio à decisão visa construir uma estrutura aceita pelos atores sem modelar uma realidade preexistente. É a fase mais importante da metodologia de Apoio à Decisão, visto que proporciona o aprendizado, clareza e representatividade através da definição e construção de um modelo que servirá de base comum, onde os valores dos atores intervenientes possam ser validados.

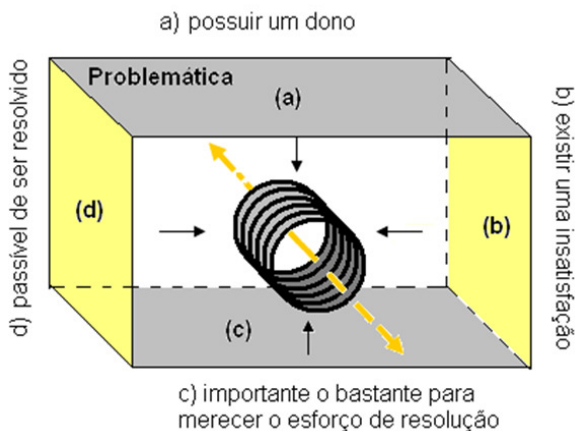
O propósito da estruturação é desenvolver um conjunto de instrumentos que permitam ao decisor entender melhor o problema. Esta fase proporcionará condições para que o decisor visualize as consequências das alternativas naqueles aspectos, julgados por ele como importantes no contexto.

Um problema é definido como uma situação onde o decisor deseja que alguma coisa seja diferente de como ela é, mas não está muito seguro de como obtê-la (EDEN et. al., 1983). Pode ser definido como uma situação percebida por alguém que julga importante e que

apresenta, segundo ela, um desempenho insatisfatório. (MONTIBELLER, 1996).

Sendo assim, o conceito estabelece quatro dimensões necessárias para a existência de um problema, ou seja, que tenha um dono, que exista uma insatisfação, que seja importante para merecer o esforço de resolução e que seja possível solucionar (ENSSLIN et al., 2001). Ainda para o mesmo autor, no entanto, um problema pertence a uma pessoa, e é sempre uma construção pessoal que o indivíduo faz sobre os eventos associados ao contexto decisório. Na figura 31 são ilustradas as dimensões de motivação para identificar e definir o problema.

Figura 31 – Dimensões de motivação para definição do problema.



Um mapa cognitivo pode ser definido como uma representação cognitiva quádrupla, defasada no tempo (COUSSETE E AUDET, 1992). As representações mentais do decisor sobre os eventos do contexto decisório no momento inicial irão gerar suas representações discursivas no momento seguinte, que por sua vez, influenciará seu pensamento final. Portanto, no processo de construção o que está descrito em um mapa cognitivo são as representações mentais do decisor em determinado momento e não suas representações mentais realmente desejadas.

Para Ensslin et. al. (2001) três importantes aspectos são relevantes a respeito da construção de mapas cognitivos, sendo, o

processo é um dos benefícios do uso dos mapas cognitivos; o mapa é também uma ferramenta negociativa; e por outro lado, tal operação cognitiva salienta a diferença existente entre o que está no mapa cognitivo e o que está na cabeça do decisor.

[...] formalmente, um mapa cognitivo será definido como uma hierarquia de conceitos relacionados por ligações de influência entre meios e fins (MONTIBELLER, 2000). Sendo assim a construção de uma mapa deste tipo fará o decisor explicitar seus valores relacionados com o problema em questão (através de conceitos superiores na hierarquia), bem como fornecerá uma série de meios visando atingir os fins almejados (através dos conceitos subordinados na hierarquia). (ENSSLIN et. al., 2001)

No primeiro passo é definido o rótulo do problema para construção de um mapa de relações meios-fins. O rótulo é um nome que descreve resumidamente, mas não é definitivo, podendo modificá-lo ao longo do processo (ENSSLIN et. al., 2001).

O segundo passo para construção do mapa de relações meios-fins é a definição dos Elementos Primários de Avaliação (EPAs). Os EPAs são constituídos de objetivos, metas, valores dos decisores, bem como de ações, opções e alternativas. Para Keeney (1993), há uma lista de instrumentos para obter do interessado⁵² a explicitação mais completa possível dos seus objetivos.

Para Bana e Costa (1995), a fase de estruturação de um problema é o resultado do estudo dos dois subsistemas que compõem o contexto decisório: o “subsistema dos atores” e o “subsistema das ações”, de modo que a interação entre estes dois subsistemas provocará o surgimento dos elementos primários de avaliação (EPA’s), sendo que partindo destes o facilitador tentará construir um modelo, mais ou

⁵² Também conhecido como (*stakeholder*), ou seja, parte interessada ou interveniente, refere-se a todos os envolvidos em um processo, por exemplo, clientes, colaboradores, investidores, fornecedores, comunidade, etc. O termo “*stakeholders*” foi criado para designar todas as pessoas, instituições ou empresas que, de alguma maneira, são influenciadas pelas ações de uma organização.

menos formalizado e aprovado pelos atores como sendo a representação do que eles entendem como problema.

Esta representação, para os EPA's, serve de base para a construção do mapa de relações meios-fins. Os EPA's são obtidos através de uma técnica denominada de Brainstorming⁵³, efetuada com o decisor, onde este é incentivado a citar os aspectos relevantes ao analisar o contexto decisório em questão.

É importante ressaltar que a orientação dos EPA's, para ação, deve esclarecer o que o decisor tem em mente. No quadro 8, apresenta-se uma série de estratégias para identificação dos EPA's com objetivo de estimular a criatividade do decisor (ENSSLIN et. al., 2001).

Quadro 8 - Estratégia para identificar EPA's.

Aspectos Desejáveis	Quais são os aspectos que você gostaria de levar em conta em seu problema?
Ações	Quais as características distinguem uma ação (potencial ou fictícia) boa de uma ruim?
Dificuldades	Quais são as maiores dificuldades em relação ao estado atual?
Consequências	Quais consequências das ações são boas / ruins / inaceitáveis?
Metas / Restrições / Linhas Gerais	Quais são as metas / restrições e linhas gerais adotadas por você?
Objetivos Estratégicos	Quais são os objetivos estratégicos neste contexto?
Perspectivas Diferentes	Quais são para você, segundo a perspectiva de um outro decisor, os aspectos desejáveis / ações / dificuldades / etc?

Fonte: Adaptada de ENSSLIN (2001).

Para Éden et. al. (1988), a utilização dos Mapas de Relação Meios-Fins (MRMF) pode ser entendida partindo do princípio de que as pessoas pensam e trabalham muito mais com linguagem e ideias do que com números e símbolos matemáticos.

⁵³ Tempestade cerebral, diálogo (OSBORN, 1993)

Ainda que pessoas diferentes percebam coisas diferentes de uma mesma situação problemática. Desta forma, para a compreensão do estudo dos MRMF, é fundamental a definição do problema, uma vez que a construção do mapa fará o decisor explicitar seus valores relacionados com o problema.

A construção dos MRMF visa que o detentor do problema estabeleça conceitos chaves criando uma hierarquia em uma relação meio-fim. Os mapas envolvem tais conceitos e relações, onde os conceitos são categorias sob as quais se inicia o raciocínio, e as relações são os caminhos percorridos por este raciocínio.

Ainda com relação a construção do MRMF, busca-se uma definição de um rótulo (um enunciado para o problema definido antes dos EPA's), para delimitar o contexto decisório e ser possível avançar, focado nos aspectos realmente importantes (ENSSLIN et. al., 2001).

É possível a elaboração de um mapa com dois ou mais decisores representando a forma de como um grupo entende o seu problema (MONTIBELLER, 1996). Uma das maneiras de propiciar a construção deste tipo de Mapa de Relações Meios-Fins é realizar uma reunião com todos os membros em uma mesma oportunidade.

Outra possibilidade é a construção de mapas individuais com a posterior agregação dos mesmos, pelo facilitador. Nesta segunda proposta, observa-se uma participação mais efetiva de todos os membros do grupo, à medida que a construção individual do mapa reforça o interesse individual, bem como evita inibições, originadas pelos relacionamentos hierárquicos, que não são favoráveis ao levantamento de pontos a serem considerados.

Uma vez agregados os mapas individuais, é apresentado ao grupo para validação um único mapa. Caso sejam necessárias modificações (acrescentar e reformular conceitos e ligações), essas serão negociadas e implementadas. Finalizando o processo, o mapa congregado, em sua versão final é apresentado ao grupo.

A análise do Mapa de Relações Meios-Fins tem como objetivo principal trazer a discussão sobre os valores mais importantes percebidos pelo decisor dentro do processo decisório (ENSSLIN et. al., 2001).

Esta análise pode ser feita de duas maneiras: uma denominada Análise Tradicional, que considera apenas a forma do mapa, ou seja, o facilitador “arruma” o mapa para uma melhor visualização e interpretação (DUTRA, 1998).

E a outra denominada Análise Avançada, que considera a forma e o conteúdo do mapa, ou seja, neste tipo de análise busca-se capturar as principais preocupações com que se depara o detentor do problema. Desta forma, pode-se dizer que os Mapas de Relações Meios-Fins são instrumentos para reflexão e análise de um contexto, objetivando organizar e desenvolver o entendimento do decisor sobre o problema.

Conforme Ensslin et. al. (2001, p.125) os pontos de vista fundamentais são determinados pela transição do Mapa de Relações Meios-Fins para a estrutura do modelo multicritério.. Em um contexto decisório observam-se centenas de alternativas que podem ser analisadas considerando-as ou não.

A escolha é baseada nos objetivos fundamentais do decisor. Os Pontos de Vistas Fundamentais (PVF's), para Ensslin (2001), são os valores e objetivos mais importantes que os decisores consideram dentro do contexto decisório. Eles servem de guia para definição das características e avaliação das ações que são de interesse.

[...] eles combinam porque os objetivos são suficientes para descrever todas as maneiras que aqueles objetivos podem ser alcançados. (KEENEY, 1992)

Para Montibeller (1996), os objetivos estratégicos direcionam para tomada e oportunidade de decisão, por isso a sua exata caracterização é muito importante num contexto decisório. Neste sentido, é necessário reduzir a análise e o foco da decisão, já que nele se apresentam várias alternativas (ações) que podem ser consideradas, entretanto não podem deixar de representar todos os fatores de interesse do decisor.

Assim a limitação do contexto específico é representada pelos Pontos de Vista Fundamentais (PVFs), sendo que estes explicitam os

valores que o decisor considera importantes, naquele contexto e, ao mesmo tempo, definem a classe de consequências de interesse dos decisores conforme apresentado na figura 28.

Contudo, para Ensslin et. al. (2001, p.286), a estruturação do modelo Multicritério e avaliação das ações potenciais através de seus descritores podem ser adaptadas e aplicadas nos mais diferentes segmentos da sociedade.

Com esta afirmação é possível revelar a importância atribuída a esta fase do processo de avaliação, visto que ela possibilita aos decisores além de compreensão, decidir e alterar, quando necessário, fundamentos em informações identificadas no modelo.

Ao final, a fase de recomendação é caracterizada como a fase na qual são geradas as ações de aperfeiçoamento em função dos resultados obtidos no modelo desenvolvido a partir da aplicação da metodologia MCDA-C.

4.3 CONSIDERAÇÕES

As principais etapas num processo de apoio à tomada de decisões, suportados através da aplicação do software MACBETH podem ser agrupados em três fases conforme discutido na figura 29, iniciando com a estruturação, desenvolvendo com a avaliação e finalizando com as recomendações. Sendo que, para estruturação utiliza-se:

- Critérios: Estruturar os pontos de vista e identificar os critérios;
- Opções: Definir as opções a serem avaliadas e as suas performances.

Na avaliação utiliza-se:

- Pontuação: Usada para avaliar a atratividade de cada opção em cada critério.
- Ponderação: Usada para ponderar os critérios.

E nas recomendações utiliza-se:

- Análise de resultados: Adotado para analisar a atratividade global de cada opção e explorar os resultados do modelo.
- Análises de sensibilidade: Adotado para analisar a sensibilidade e robustez aos resultados do modelo à luz de vários tipos de incerteza nos dados.

Ao final, através da revisão é possível entender como a aplicação da metodologia proporciona a Estruturação com critérios e opções, Avaliação com pontuação e ponderação e Recomendações com análise de resultados e análise de sensibilidade. Na prática, a pertinência destas atividades e a ordem pela qual devem ser realizadas dependem da especificidade de cada contexto de decisão.

5 MINERAÇÃO DE DADOS

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos da mineração de dados, sua aplicabilidade, o KDD, seus principais métodos, técnicas e por último são discutidos alguns critérios para escolha da ferramenta adequada para aplicação.

5.1 INTRODUÇÃO

Para Harrison (1998, p.154), a mineração de dados traz idéias e técnicas de uma variedade de campos que possuem vocabulários muito diferentes. Os estatísticos, os pesquisadores da inteligência artificial, os administradores de banco de dados e o pessoal de marketing usam palavras diferentes para dizer a mesma coisa, e usam as mesmas palavras para dizer coisas diferentes. Ainda para os estatísticos, economistas e outros pesquisadores, a “mineração de dados” é um termo pejorativo. Refere-se à prática da seletividade, tentando encontrar dados que apoiarão uma hipótese em particular.

Segundo Inmon et. al. (2001, p.141), conceitua-se a mineração de dados como a detecção automática de tendências e associações “escondidas” nos dados. Faz parte de um processo maior chamado “*knowledge discovery*”. Pode também ser descrito como a aplicação das técnicas de aprendizagem de máquina às aplicações de negócio.

A mineração de dados para Harrison (1998, p.155) e Tan et. al. (2009, p.3) é a exploração e análise, por meios automáticos ou semiautomáticos, de grandes quantidades de dados para descobrir modelos e regras significativas. Nenhum dos algoritmos de mineração foi criado com propósitos comerciais. O emprego comercial da mineração de dados usa técnicas emprestadas da estatística, da ciência da computação e da inteligência artificial.

A escolha de uma combinação específica de técnicas a serem aplicadas em certa situação depende da natureza da tarefa da mineração de dados a ser executada e da natureza dos dados disponíveis.

Para Groth (1998, p.25), a mineração de dados é o processo para automatizar a descoberta de informação. Embora existam muitas ferramentas para consultar e manipular dados, o usuário é abandonado quando precisa encontrar tendências e padrões úteis.

A mineração de dados automatiza o processo de descobrimento dessas tendências e padrões. No centro da mineração de dados está o processo de construção do modelo, sendo que, criar um modelo representativo baseado num conjunto existente de dados provou ser útil para compreender tais tendências, padrões e correlações.

O Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais definiu no Projeto Tamanduá (2006), a mineração de dados como a descoberta do conhecimento em bases de dados, sendo um processo que se inicia pela aquisição de dados e termina com a obtenção do conhecimento desejado.

É um processo iterativo e em geral intensivo do ponto de vista de trabalho humano e computacional. Tendo um conjunto de técnicas que envolvem métodos matemáticos, algoritmos e heurísticas para descobrir padrões e regularidades em grandes conjuntos de dados.

Segundo DW Brasil (2001), a mineração de dados é uma ramificação de três diferentes áreas. A primeira e mais tradicional é a estatística clássica. Sem a estatística não seria possível o surgimento da mineração de dados, visto que serve como base para a maioria das tecnologias que contemplam análise de dados.

A estatística clássica envolve conceitos como distribuição normal, variância, análise de regressão, desvio simples, análise de conjuntos, análises de discriminantes e intervalos de confiança, todos usados para estudarem os dados e os relacionamentos entre eles.

A segunda área que deu origem à mineração de dados é a inteligência artificial (IA). Essa área, que é construída a partir dos fundamentos da heurística, em oposição à estatística, tenta imitar a maneira como o homem pensa na resolução dos problemas estatísticos.

Em função disso, requer um poder de processamento que era impraticável até os anos 80, quando os computadores começaram a oferecer um bom poder de processamento a preços mais acessíveis. Isto

permitiu adotar os conceitos de IA em alguns produtos de ponta, como por exemplo módulos de otimização de consultas para SGBDs.

A terceira e última área é chamada de aprendizagem de máquina (*machine learning*) ou mecanismo de aprendizagem, que pode ser descrita como a união entre a estatística e a inteligência artificial.

As técnicas de IA, foram sendo absorvidas pela *machine learning*, que foi capaz de se valer das crescentes taxas de preço/performance oferecidas pelos computadores nos anos 80 e 90, conseguindo mais e mais aplicações devido às suas combinações entre heurística e análise estatística.

Na figura 32 é apresentado o relacionamento multidisciplinar que deu origem à mineração de dados.

Figura 32 – Relacionamento multidisciplinar.



Fonte: Adaptada de Tan et. al. (2009).

Machine Learning procura fazer com que os programas de computador “aprendam” com os dados analisados, fazendo com que tomem decisões diferentes baseadas nas características dos dados avaliados. Eles utilizam a estatística para os conceitos fundamentais e adicionam heurísticas da inteligência artificial para alcançar os seus objetivos.

Para Morales et. al. (2000, p.9) O surgimento da mineração de dados apresenta uma trajetória, passando por quatro fases importantes de evolução, até chegar ao amadurecimento das técnicas que hoje são colocadas à disposição por muitas ferramentas de análise de dados.

A primeira fase em (1960 a 1970) é a fase da coleta de dados tendo como característica principal os dados históricos e estáticos, onde o foco da questão era responder perguntas do tipo: “Qual foi o total de receita da empresa nos últimos cinco anos?”. Tendo como tecnologia recursos computacionais limitados tais como computadores de grande porte, fitas e discos. (MORALES et. al., 2000)

A segunda fase em (1970 a 1980), é a do acesso aos dados, apresentando como característica principal os dados históricos e dinâmicos, acessados ao nível de registros, onde o foco da questão era responder perguntas do tipo, “Qual foi o número de unidades vendidas no mês de julho em São Paulo?”. Apresentando como tecnologia, melhores recursos computacionais comparados aos recursos citados na primeira fase, a exemplo dos bancos de dados relacionais totalmente baseados na linguagem padrão de manipulação de dados SQL (*Structured Query Language*). (MORALES et. al., 2000)

A terceira fase refere-se ao *Data Warehouse* (década de 1990), apresentando como característica principal os dados históricos e dinâmicos acessados de várias dimensões, onde o foco da questão era responder perguntas do tipo, “Quais são as unidades vendidas no mês de julho, nos últimos dez anos nos diferentes estados do Brasil?”. Apresentando como tecnologia, metodologias para selecionar, limpar, agrupar, visualizar as informações armazenadas em bancos de dados relacionais. (MORALES et. al., 2000)

A quarta e última fase (a partir de 2000) é a da mineração de dados fortemente relacionada ao desenvolvimento de data warehouse. Tem como característica principal a previsão e conhecimento no auxílio

da tomada de decisão, onde o foco da questão é responder questões do tipo: “Que acontecerá no próximo mês com as vendas em Santa Catarina? Por quê?”. A tecnologia utilizada envolve algoritmos avançados para descobrir conhecimento nos dados armazenados em grandes conjuntos de dados. (MORALES et. al., 2000)

5.2 APLICABILIDADE DA MINERAÇÃO DE DADOS

Segundo Harrison (1998, p.177-186) e Carvalho (2001, p.17), a mineração de dados se aplica bem em tarefas como classificação, estimação, previsão, agrupamento por afinidades, reunião e descrição. Algumas dessas tarefas são executadas melhor com a abordagem “de cima para baixo”, chamadas de teste hipotético. Em um teste hipotético, um banco de dados contendo comportamentos passados é usado para verificar ou desaprovar noções preconcebidas, idéias e intuições acerca da relação entre os dados.

A mineração de dados pode ser aplicada em várias áreas ou setores, dentre eles destacam-se o ramo de alimentos, a segmentação de mercados, o planejamento da produção industrial, a previsão do volume de vendas, a previsão do mercado financeiro, governamental, telefonia, cartões de crédito, bancos, televisão por assinatura, comércio eletrônico e vários outros segmentos que possuam grandes massas de dados.

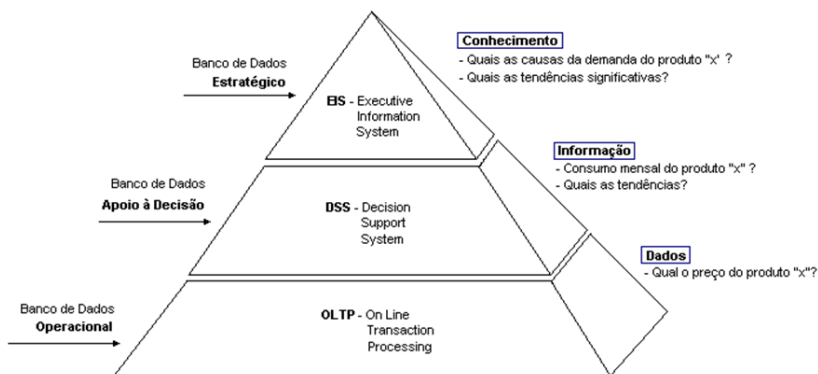
Para o centro de computação paralela da universidade de Belfast (2003), a aplicação da mineração de dados pode ser realizada com sucesso nas seguintes áreas.

- Medicina - efeitos colaterais de drogas, análise de custo de hospitais, análise genética, predição etc.
- Marketing - análise de produto, padrões de compra, predição de vendas etc.
- Áreas científicas – aquisição de conhecimento, pesquisas etc.
- Engenharia - criando sistemas especialistas, diagnóstico de automóvel, descoberta de falhas etc.

Ou seja, independentemente da área de aplicação, a mineração de dados pode atender às necessidades das instituições deste de que apresentem dados ou alguma das tecnológicas de armazenamento de

dados conforme a figura 33, nela é apresentado um esquema de implementação de banco de dados aplicado nos diferentes níveis de trabalho (operacional, gerencial e estratégico), podendo-se consequentemente extrair diferentes níveis de conhecimento.

Figura 33 – Banco de dados representado em níveis de implementação



Fonte: Adaptada de Inmon (1997) e Kimball et. al. (1998).

Segundo Inmon (1997), os sistemas EIS (*Executive information Systems*), são sistemas de informações executivas e constituem uma das mais poderosas formas de computação. Por meio dos EIS o analista executivo pode localizar problemas com precisão e detectar tendências que são de vital importância para a gerência. O processamento EIS é feito sob medida para ajudar o executivo a tomar decisões. O EIS se transforma na janela do executivo para a corporação. O processamento EIS examina uma ampla perspectiva e recolhe os aspectos que são relevantes para o funcionamento do negócio. Alguns dos usos tradicionais do EIS são: Análise e investigação de tendências, mensuração e rastreamento de indicadores de fatores críticos, análise prospectiva, monitoramento de problemas e análise da concorrência.

Para Inmon (1997, pg.6) Little em 1970 definiu DSS (*Decision Support System*) ou também chamado de (SAD – Sistema de Apoio à Decisão), como “um modelo baseado nos procedimentos de forma a processar dados e julgamentos para auxiliar o gestor nas suas tomadas de decisão”. Para que um sistema tenha sucesso deverá ser robusto, simples, fácil de controlar, adaptativo, completo e de fácil comunicação.

A evolução dos SADs inicia em 1960 com arquivos mestres e relatórios, em 1965 com a complexidade de manutenção de desenvolvimento, em 1970 com banco de dados como única fonte de dados para todo processamento, em 1975 o processamento de transações online – OLTP e por último em 1980 com a utilização de PCs e tecnologias L4G - linguagem de quarta geração. (INMON, 1997 p.5:30).

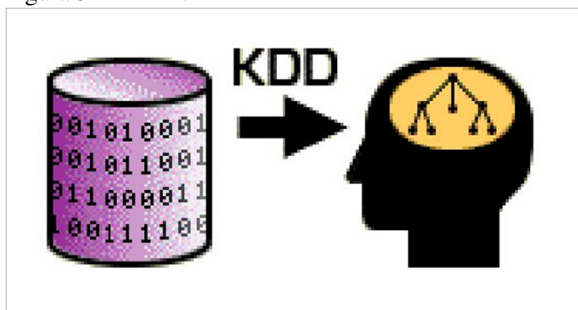
Ainda para Inmon (1997), o processamento de transações online OLTP apresenta o tempo de resposta, quase sempre, um fator de missão crítica. Quando o tempo de resposta no OLTP fica ruim, os negócios começam imediatamente a se ressentir.

5.3 DESCOBERTA DE CONHECIMENTO EM BANCO DE DADOS (KDD)

Segundo Kimball *et.al.*(1998), a informatização dos meios produtivos proporcionou a geração de grandes volumes de dados através das transações eletrônicas, dos novos equipamentos científicos e industriais para observação e controle, dos dispositivos de armazenamento em massa (exemplo: coletores de dados).

A administração e o conhecimento sobre esses grandes volumes de dados deram origem ao chamado KDD (*Knowledge Discovery in Databases*), conforme ilustrado na figura 34. O KDD é empregado para descrever todo o processo de extração de conhecimento dos dados. (MORALES *et. al.*, 2000, p.22)

Figura 34 – KDD.



Fonte: Adaptada de Kimball *et. al.* (1998).

Para Kimball et.al. (1998), o KDD (*Knowledge Discovery in Databases*), teve um rápido crescimento com a primeira definição dada em 1989. O processo KDD tem natureza iterativa e interativa. É dito iterativo, por ser composto de uma série de etapas sequenciais, podendo haver retorno a etapas anteriores, isto é, as descobertas realizadas (ou a falta delas) podem levar a novas hipóteses de descoberta.

Nesse caso, o usuário pode decidir pela retomada dos processos de mineração, ou uma nova seleção de atributos, por exemplo, para validar hipóteses que surgiram durante o processo, por isso é dito iterativo.

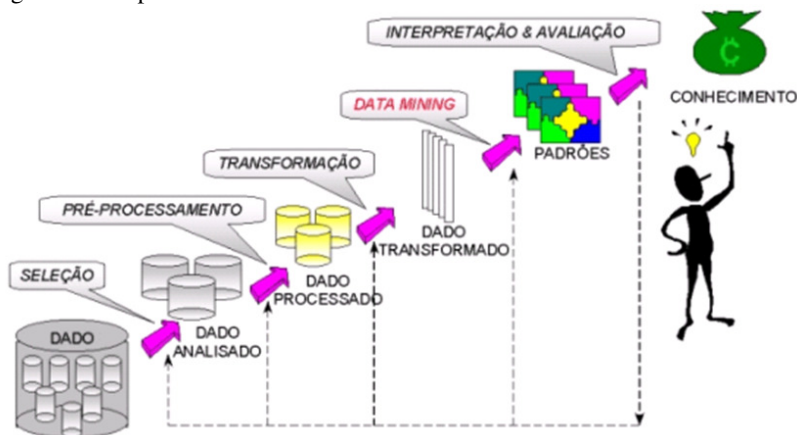
Ainda para Kimball et. al. (1998), o KDD contempla: a compreensão do domínio e dos objetivos da tarefa, a criação do conjunto de dados envolvendo as variáveis necessárias, as operações como identificação de ruídos *outliers*⁵⁴, e como tratar a falta de dados em alguns campos, redução de dimensionalidade e combinação de atributos. Além da escolha e execução do algoritmo de acordo com a tarefa a ser cumprida, interpretação dos resultados com possível retorno aos passos anteriores e por último a consolidação através da incorporação e documentação do conhecimento e comunicação aos interessados.

O processo KDD é cooperativo entre humanos e computadores. Os humanos projetam as bases de dados, descrevem problemas e definem objetivos. Os computadores processam os dados, procuram por padrões que coincidem com as metas estabelecidas.

A figura 35 apresenta uma ilustração do KDD com suas fases, dentre elas, a seleção das informações, o pré-processamento das informações, a transformação dos dados, o processo de mineração de dados (*Data Mining*), a interpretação e avaliação dos resultados e por último o conhecimento adquirido.

⁵⁴ *Outliers*: por definição, são observações infreqüentes; aponta dados que não aparecem na distribuição característica do resto dos dados. Estes podem refletir propriedades genuínas do fenômeno subjacente (variável), ou devido à medida de erros ou outras anomalias que não deveriam ser modeladas. (StatSoft, 1998 – <http://www.statsoft.com.br>).

Figura 35 – O processo KDD e suas fases.



Fonte: Adaptado de Fayyad (1996).

Conforme Fayyad (1996), as etapas do KDD são:

- Seleção: consiste na compreensão do domínio e dos objetivos da tarefa, criação do conjunto de dados envolvendo as variáveis necessárias;
- Pré-Processamento: são operações que permitem a identificação de ruídos. *Outliers* falta de dados em alguns campos, entre outras;
- Transformação: tem por objetivo a redução de dimensionalidade e a combinação de atributos;
- Mineração de Dados (Data Mining): fase responsável pela escolha e execução do algoritmo de acordo com a tarefa;
- Interpretação e Avaliação: nessa fase procede-se a interpretação dos resultados com possível retorno aos passos anteriores;
- Conhecimento: Procede-se a consolidação, incorporação e documentação do conhecimento e comunicação aos interessados.

O processo KDD também trata da descoberta de conhecimento útil dos dados, enquanto a mineração de dados (*Data Mining*) é uma das

fases do KDD relacionada à aplicação de algoritmos para extração de padrões dos dados.

Para Inmon (2001, p.141), a mineração de dados é um passo do processo de KDD que produz um conjunto de padrões sob um custo computacional aceitável. Ainda:

- utiliza algoritmos de mineração de dados para extrair padrões classificados como conhecimento;
- incorpora também tarefas como escolha do algoritmo adequado, processamento e amostragem de dados e interpretação de resultados.

5.4 MÉTODOS E TÉCNICAS APLICADAS NA MINERAÇÃO DE DADOS

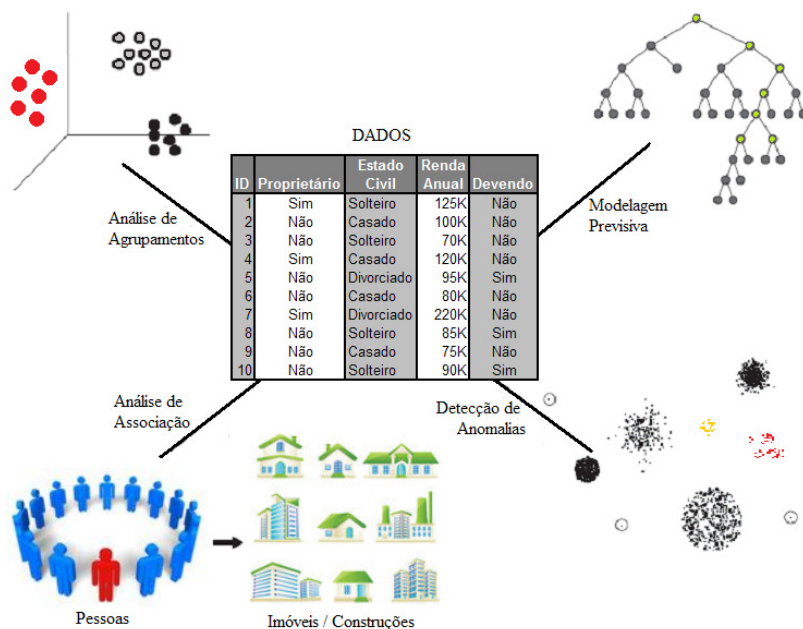
Alguns especialistas da inteligência artificial, estatística, física e outras áreas afins que trabalham no domínio de dinâmicas não lineares, desenvolveram nos últimos tempos um novo conjunto de métodos lógicos. Esses métodos exigem máquinas de alto desempenho.

Para Tan et. al. (2009), as tarefas de mineração de dados são geralmente divididas em duas categorias principais, ou seja, as tarefas de previsão e as tarefas descritivas. Tendo cada uma dessas categorias tarefas específicas para o tratamento de diferentes conjuntos de dados, conforme ilustrado na figura 36.

A mineração de dados utiliza para essas tarefas, métodos específicos para que, a partir de um conjunto de dados, seja possível descobrir uma representação otimizada da sua estrutura. Os principais métodos mais utilizados são: Classificação, Associação e Agrupamento.

Para Carvalho (2001), as metodologias adotadas na mineração de dados são resumidas na descoberta não supervisionada de relações, teste de hipótese e a modelagem matemática dos dados.

Figura 36 – Tarefas centrais da mineração de dados.



Fonte: Adaptado de Tan et. al. (2009).

Ainda para Carvalho (2001, p.21-27), os três métodos de mineração de dados podem utilizar técnicas tais como: Classificação, Estimativa, Previsão, Análise de Afinidade, Análise de Agrupamento e implementação de um protocolo aplicável de mineração de dados.

As técnicas de mineração de dados permitem o processamento em vários tipos de dados armazenados a fim de encontrar dados relevantes para a administração, possibilitando a transformação dos dados em informações as informações em ação e a ação em valores ou resultados.

As técnicas normalmente são utilizadas em conjunto para estudar os dados e achar tendências e padrões nos mesmos. Existem inúmeras técnicas de mineração de dados, dentre elas, apresentam-se as principais:

- Técnicas de inteligência artificial;
- Técnicas estatísticas (Árvore de decisão, correlação, etc.);
- Indução de regras;
- Regras de Associação;
- Regras de Classificação;
- Regras de Agrupamentos.

5.4.1 Técnicas de Inteligência Artificial

Para Russel (2003, p.39), embora as técnicas de inteligência artificial (I.A.) devam ser projetadas tendo em vista as restrições impostas pelos problemas de I.A., há um certo grau de independência entre os problemas e as técnicas de resolução.

Tanto é possível resolver problemas de I.A. sem utilizar técnicas de I.A., como aplicar as técnicas da I.A. à solução de problemas de outras áreas. A fim de tentar caracterizar as técnicas de I.A. da forma mais independente possível, apresentam-se três importantes métodos:

- Busca – Fornece um meio de resolver problemas para os quais não haja uma abordagem mais direta disponível, bem como uma estrutura dentro da qual qualquer técnica direta de mineração que estiver disponível pode ser utilizada.
- Utilização do conhecimento – Fornece um meio de resolver problemas complexos explorando as estruturas dos objetos que estão envolvidos.
- Abstração – Fornece um meio de separar características e variações importantes de outras irrelevantes que poderiam, de outro modo, inutilizar qualquer processo.

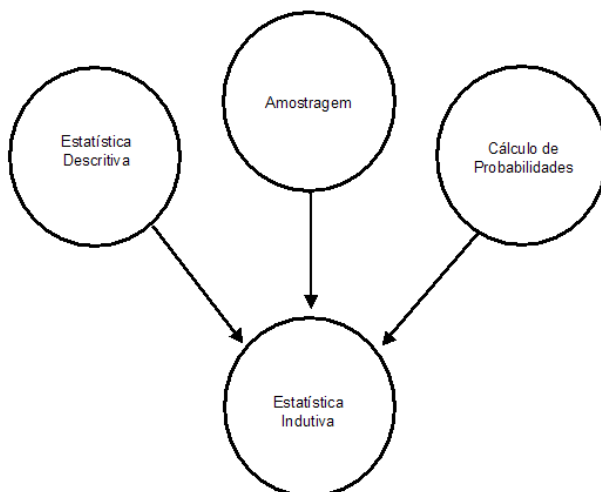
5.4.2 Técnicas Estatísticas

Segundo Neto (1977), um estudo estatístico completo que recorra às técnicas da estatística indutiva irá envolver também, direta ou

indiretamente, tópicos de estatística descritiva, cálculo de probabilidades e amostragem.

Logo, para se relatar a importância da estatística, todos esses assuntos devem ser abordados em maior ou menor grau, dentro de uma sequência conforme indicado na figura 37.

Figura 37 – Esquema resumido das técnicas estatísticas.



Fonte: Adaptada de Neto (1977).

5.4.3 Indução de Regras

A Indução de Regras, ou *Rule Induction*, tem como objetivo a detecção de tendências em um grupo de informações armazenadas em uma base de dados, ou de “regras” sobre o dado. As regras são apresentadas na forma de “listas” ou “relações”. Vários algoritmos e índices são utilizados para executar esse processo, tais como: Gini, o C 4.5 e o CHAID também chamado por Harrison (1998, p.197) de indução qui-quadrado automática. Na Indução de Regras, a grande maioria dos processos é realizada pela máquina, e uma pequena parte é feita pelo usuário.

5.4.4 Regras de Associação

A prática da mineração de dados tem por objetivo a predição (processo que envolve os atributos do banco de dados para prever valores de uma variável) ou a descrição (determinação de padrões para a descrição dos dados). As regras de associação se encaixam na descrição de dados para futuras predições relevantes na tomada de decisões.

Pode-se dizer que este processo está dividido em duas etapas: na primeira são descobertos os conjuntos de itens frequentes, e na segunda etapa são descobertas as associações a partir destes conjuntos.

O grande problema da análise da base de dados é encontrar todas as regras de associações que satisfaçam as especificações de suporte mínimo e da confiabilidade que o usuário determina. (QUINLAN, 1993 p.103)

Para se fazer associação dos dados, conceitualmente, é usada uma tabela onde cada item tem uma coluna própria e cada transação uma linha. Como exemplo temos a associação binária onde, será atribuído o valor 1 para cada item da transação caso ele ocorra e 0 caso contrário.

O algoritmo “APRIORI” é um dos algoritmos mais conhecidos e usados para a mineração de dados, também ilustrado através do Anexo F. Basicamente, ele percorre todos os dados da base de transações para encontrar os grupos de itens que aparecem com frequência, gerando os itens candidatos e depois verifica se os mesmos possuem o grau de suporte maior ou igual ao determinado pelo usuário. Sendo que ele "acumula" os itens encontrados eliminando os itens que já não satisfazem o percentual a partir da primeira passagem pela base.

Para Agrawal et al. (1993), extrair as regras de associação entre diferentes conjuntos é fundamental compreender a teoria dos conjuntos. Onde uma regra de associação, é a associação direta $A \rightarrow B$ com $A, B \subseteq R$ e $A \cap B = \emptyset$. O significado expresso por tal regra é que A normalmente ocorre associado a B. O lado esquerdo do símbolo ‘ \rightarrow ’ é o antecedente da regra e o lado direito é a consequência. De modo a encontrar regras de associação “interessantes” ou “fortes” em um banco de dados, uma regra $A \rightarrow B$ é geralmente avaliada de acordo com

algumas medidas, que não podem ocorrer abaixo de um limiar especificado. Uma das mais comumente empregadas é o suporte, que define o número de objetos que satisfazem ambos A e B, sendo:

$$\text{Suporte } (A \rightarrow B) \stackrel{\text{def}}{=} | \{x \in D \mid A(x) \cap B(x)\} |$$

Onde $| \cdot |$ denomina a cardinalidade. O suporte pode ser também definido pela proporção em lugar do número absoluto de objetos ($n = |D|$). O conjunto de itens que satisfaz o suporte mínimo especificado é denominado conjunto de itens frequentes. O procedimento para minerar as regras de associação consiste em encontrar todos os conjuntos de itens frequentes na base de dados, para então definir as regras de associação “fortes” entre os conjuntos de itens frequentes.

A outra medida de avaliação é a confiança, que corresponde à proporção das aplicações corretas da regra e pode ser entendida como a probabilidade condicional, $Prob(A|B)$. As regras de associação são geradas a partir desses conjuntos de itens frequentes, sendo consideradas apenas as que satisfazem o suporte e a confiança mínimos especificados. Também para as regras de associação pode-se identificar o grau de suporte e a confiança para cada regra encontrada pelo algoritmo. Com isso, várias aplicações das regras de associação podem ser realizadas, a saber:

- previsão e diagnóstico de alarmes em telecomunicação;
- análise de admissão em cursos universitários;
- avaliação de solicitação de créditos bancários, seguros, cartões de crédito;
- "descoberta" do perfil do cliente;
- uso de cartões de crédito para prever possíveis produtos de interesse do cliente;
- reconhecer a possibilidade de "choques" de tratamentos anteriores com atuais para pacientes médicos;
- diagnóstico de exames cancerígenos que necessitam de muito tempo para avaliação.

5.4.5 Regras de Classificação

Segundo Morales et.al. (2000, p.65), uma regra de classificação é a técnica que define agrupamento de itens em classes, determinando um modelo de comportamento para cada classe de registros. Neste processo, é escolhida uma variável como atributo meta, sendo que, a regra de classificação avalia o comportamento desta variável em relação às demais. (TAN, 2009 p.171)

Segundo Quinlan (1979), o modelo de árvore de decisão é o mais utilizado pela regra de classificação. O algoritmo ID3 ilustrado no Anexo G, foi desenvolvido em 1983 por Ross Quinlan, da Universidade de Sydney, Austrália, deu origem às árvores de decisão.

Quinlan (1987) e (1993) discute o ID3 e suas evoluções (ID4, ID6, C4.5, C5.0/See) convertendo-se numa das metodologias mais comuns nas tarefas de descoberta de conhecimento. Também de acordo com Janikow (1996) e (1999), existem abordagens propostas para utilização de árvores de decisão fuzzy em tarefas de classificação e descoberta de conhecimento.

Segundo Harrison (1998), as árvores de decisão apresentam um modelo poderoso produzido por uma classe de técnicas que inclui árvores de regressão e de classificação (CART).

Uma das principais vantagens das árvores de decisão é que o modelo é bem explicável, uma vez que tem a forma de regras explícitas. Isso permite às pessoas avaliarem os resultados, identificando atributos-chave no processo. As próprias regras podem ser expressas facilmente como declarações lógicas, em uma linguagem SQL.

[...] as árvores de decisão apresentam um método de aprendizagem supervisionado que constrói árvores de classificação a partir de exemplos. (MORALES et. al., 2000)

O algoritmo ID3 voltado para a indução de modelos de classificação, também chamados de árvore de decisão. Dado um conjunto de experiências, cada experiência tendo a mesma estrutura, gera-se um ramo da árvore (atributo/classe). O problema se concentra

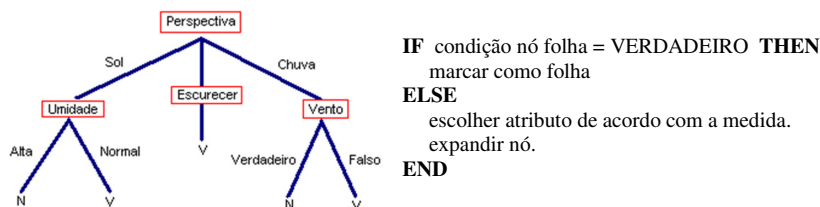
em determinar uma árvore de decisão com base em um conjunto de experiências.

Para Morales et. al. (2000), o algoritmo ID3 é simples e potente, constrói uma árvore de decisão sob as seguintes premissas. Cada vértice (nó) corresponde a um atributo, e cada aresta da árvore um valor possível do atributo. Uma folha da árvore corresponde ao valor esperado da decisão segundo os dados de treino utilizados. A explicação de uma determinada decisão está na trajetória da raiz à folha representativa desta decisão. Cada vértice é associado ao atributo mais informativo que ainda não tenha sido considerado.

Para medir o nível de informação de um atributo (critério utilizado na seleção do nó de uma árvore de decisão) se utiliza o conceito de entropia da teoria da informação. Quanto menor o valor da entropia, menor a incerteza e mais utilidade tem o atributo para a classificação. Para cada atributo predictor, deve-se elaborar uma tabela onde as linhas contêm valores do atributo predictor, as colunas devem conter valores do atributo meta (classe), e cada célula deve conter o número de tuplas para a respectiva combinação de valores do atributo predictor e classe.

Primeiramente apresenta-se a estrutura em que o nó folha é avaliado, ou seja, para cada nó da árvore marcado como nó folha (nó que não é ramificado) submete-se a pergunta conforme estrutura e apresentada na figura 38 através de uma árvore gerada.

Figura 38 – Exemplo prático de uma árvore de decisão.



Fonte: Adaptado de Quinlan (1993, p. 19) e Sítio ID3 (1997).

5.4.6 Regras de Agrupamento (Clustering)

A análise de clusters tem como objetivo descobrir agrupamentos naturais de itens. Para Tan et. al. (2000, p.581), o método de *clustering* é adequado para situações onde não se conhece a priori as classes de dados, a classificação pode ser útil no processo de *clustering*.

Com a utilização do cluster é possível encontrar e separar objetos em grupos similares e também encontrar e separar variáveis segundo os valores obtidos. Dentre os principais procedimentos utilizados para cluster, tem-se:

- Ligação simples ou do vizinho mais próximo;
- Ligação completa ou do vizinho mais longe;
- Centroide;
- Média das distâncias e Método de Ward.

As regras de agrupamento podem ser representadas utilizando um gráfico denominado dendograma, sendo possível medir a distância euclidiana e também identificar os agrupamentos de dados.

5.5 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DA FERRAMENTA DE MINERAÇÃO DE DADOS

Para obter os benefícios da mineração de dados, nada melhor que optar pelas ferramentas que disponibilizam de forma fácil a interação entre as técnicas e a descoberta de novos conhecimentos.

Várias ferramentas disponibilizam as técnicas de mineração de dados tendo como característica as suas diferentes etapas. Algumas contemplam um número limitado de métodos e algoritmos e outras trazem inovações dos algoritmos apresentados anteriormente.

No Apêndice D, encontra-se disponível uma relação e também o endereço de algumas conceituadas ferramentas disponíveis para aplicação da mineração de dados.

Para Harrison (1998, p.199), como o processo de mineração de dados é cíclico, várias tarefas devem ser executadas, alterando-se entre

testes de hipóteses e descoberta de conhecimentos. A fase de descoberta de conhecimento é mais bem atendida pela segmentação, árvore de decisão, redes neurais, análise de vínculos, raciocínio baseado em memória e análise de seleção estatística não-dirigida.

A abordagem proposta por Harrison (1998) é dividida em dois passos:

- traduzir o problema de negócio a ser resolvido em séries de tarefas de mineração de dados;
- compreender a natureza dos dados disponíveis em termos de conteúdo e tipos de campos de dados e estrutura das relações entre os registros.

Sendo que, a escolha da técnica de mineração de dados e consequentemente da ferramenta dependerá da tarefa específica a ser executada e dos dados disponíveis para análise conforme exemplificado no quadro 9. Sendo também apresentado um comparativo entre cada método em relação à técnica a ser adotada no processo de mineração de dados.

Quadro 9 - Relacionamento dos métodos e técnicas de mineração de dados.

Tarefa	Classificação	Estimativa	Previsão	Agrupamento	Segmentação	Descrição
Técnica				por afinidade		
Estatística padrão	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Análise de seleção estatística			✓	✓	✓	✓
Raciocínio baseado em memória	✓		✓	✓	✓	
Algoritmos genéticos	✓		✓			
Deteção de grupos					✓	
Análise de vínculos	✓		✓	✓		
Árvores de decisão	✓		✓		✓	✓
Redes Neurais	✓	✓	✓	Redes Neurais	✓	

Fonte: Harrison (1998, p.201).

5.5.1 Mineração de Dados Geográficos

A mineração de dados consiste em um processo analítico projetado para explorar grandes quantidades de dados, quando tipicamente relacionada às pesquisas científicas para os dados geográficos, ocorre a busca de padrões consistentes e também de relacionamentos sistemáticos entre as variáveis. A partir disso, validar e aplicar os padrões detectados a novos subconjuntos de dados

proporciona sua representação espacial com maior dinâmica. O processo consiste na proposta apresentada por Fayyad (1996) conforme ilustrado na figura 35, juntamente a implementação de novos processos automatizados para exploração, construção de modelo ou definição do padrão, e sua validação.

Para Silva (2006, p.28), a mineração de dados em imagens não consiste simplesmente no uso de técnicas de mineração de dados aplicadas em bancos “convencionais” ao domínio de imagens. Diferenças importantes entre estes bancos convencionais e os de imagens incluem, a textura, processamento em vários níveis, ambiguidade de interpretação, dependência de domínio e extração do conhecimento.

Na visão de Bogorny (2006), um dado espacial descreve uma localização ou uma forma, por exemplo: casa, hospital, estrada, rio, floresta, parque e dentre outros. Um dado geográfico por sua vez descreve objetos ou fenômenos que acontecem na Terra e que têm associado uma posição geográfica. Três características principais descrevem um objeto geográfico:

- ✓ Atributos não-espaciais (o que): descreve quantitativa ou qualitativamente uma entidade geográfica. Estes atributos podem ser tratados pelas bases de dados não espaciais;
- ✓ Atributo espacial (onde): descreve a localização espacial e de representação do objeto geográfico, considerando-se a geometria e um sistema de coordenadas. Este aspecto exige um tipo específico de dados que não está disponível nos SGBDs convencionais;
- ✓ As relações espaciais (como): relações de vizinhança (por exemplo: distância, topologia). Requer operações especiais que não estão disponíveis nos SGBDs convencionais.

Ainda os dados geográficos podem ser classificados em duas modalidades: objetos e fenômenos (campo).

Sendo que, para os objetos discretos denominados de recursos: como exemplo de fronteiras bem definidas através de seus limites, apresentando nenhuma dimensão para pontos: escolas, hospitais, cartórios; uma dimensão para linhas: rios, estradas; duas dimensões para polígonos: cidade e estados; e três dimensões para a representação de superfícies e declividades.

Para representação de dados contínuos cita-se pontos irregulares (temperatura), pontos regulares (objetos linearmente ordenados), linhas para curvas de nível (relevo), polígonos adjacentes (solo), grade (imagem de satélite), redes de triangulação (depressão do solo).

Para os relacionamentos espaciais, tem-se a principal característica que difere dos dados espaciais a partir de dados não-espaciais, ou seja, exemplificando:

- ✓ A existência de vários aparelhos urbanos que podem ou não atender a uma necessidade específica da população.
- ✓ A facilidade de acesso rápido de visitantes aos pontos turísticos de um município.
- ✓ A distância média entre pontos de armazenamento de água tratada com os pontos de coleta para saneamento básico.
- ✓ A localização de uma oficina mecânica mais próxima de um posto de gasolina.

Os principais relacionamentos espaciais ocorrem nos casos topológicos quando têm-se: a disjunção de objetos, o objeto está dentro de outro objeto, os objetos se tocam, contém outro objeto, sobreposição de objetos, objetos se cruzam e por último quando os objetos são iguais. Por outro aspecto, quando a distância é a ligação entre um ou mais objetos, a exemplo cita-se:

- ✓ A distância real do objeto espacial “A” em relação ao objeto espacial “B”.
- ✓ A distância real entre “A e B” levando em consideração outras características, como o sentido norte retornando para “A”, e também a distância real entre “A e C” levando em consideração o sentido sul retornando para “A”.

As operações realizadas com dados espaciais podem variar de acordo com o princípio da teoria dos conjuntos, destacando a união, junção, intersecção e diferença entre os objetos espaciais.

5.5.1.1 Mineração de Dados para o Formato Raster

Para Scruton (1982), como a tecnologia é a ciência dos meios, e a geotecnologia é a arte de estudar a superfície da terra adaptando as informações às necessidades dos meios físicos, químicos e biológicos,

ainda são agregadas as técnicas para o processamento digital de imagens (PDI), a geoestatística e os sistemas de informações geográficas (SIG).

Com isso, para aplicar as técnicas de mineração de dados é essencial entender a estrutura dos dados, o que possibilita efetuar os processos de mineração com maior eficiência. Por sua vez, os dados geográficos são divididos em dois tipos: os dados de imagem (raster) e os dados vetoriais, ambos utilizados especialmente pelos tradicionais sistemas de informações geográficas.

“[...] a representação vetorial, segundo a qual a unidade fundamental é um par de coordenadas x , y , por outro lado a representação matricial ou raster segundo a qual a unidade fundamental é um polígono regular, geralmente em quadrado denominado pixel.” (SILVA, 2003 p. 29-35)

Para Casanova (2005, p.33), as estruturas matriciais usam uma grade regular sobre a qual se representa, célula a célula, o elemento que está sendo representado. A cada célula, atribui-se um código referente ao atributo estudado, de tal forma que o computador saiba a que elemento ou objeto pertence determinada célula. Nesta representação, o espaço é representado como uma matriz $P(m, n)$ composto de m colunas e n linhas, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado e cada célula é individualmente acessada pelas suas coordenadas.

“[...] a representação matricial supõe que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, onde cada célula está associada a uma porção do terreno. A resolução do sistema é dada pela relação entre o tamanho da célula no mapa ou documento e a área por ela coberta no terreno.” (CASANOVA, 2005 p.33)

Para Silva (2003), as atenções estão voltadas para outros focos de interesse, a exemplo: os níveis temáticos, a filosofia de banco de dados principalmente orientado a objeto, modelo hierárquico de objetos complexos, a possibilidade inerente da dependência do tempo (temporalidade), a modelagem em três dimensões, a incorporação da

inteligência artificial na análise dos dados espaciais e o uso intensivo de álgebra não cumulativa.

Contudo, em particular todos os dados no formato raster referem-se aos mapas de bits ou mapas de pixels em duas ou mais dimensões. Como exemplo pode-se citar uma imagem de satélite da cobertura de nuvens para análise do clima.

A partir deste conceito, são identificados os recursos necessários para a ferramenta a ser adotada na investigação. Para isso, é apresentado exclusivamente a ferramenta ADaM⁵⁵, por ser um software de mineração de dados distribuído livremente para fins educacionais. Conforme ADAM (2007) é um kit de ferramentas para fins científicos, projetado para aplicar a mineração de dados em imagens de sensoriamento remoto e outros dados científicos.

O software inclui recursos para o reconhecimento de padrão, processamento de imagem, otimização, e a capacidade de mineração gerando regras de associação. O software ADaM não contém projeção de grupos (grid), subconjuntos avançados, análise estatística avançada, conversão de formatos, visualização ou outros tipos de ferramentas que podem ser úteis na análise de conjuntos de dados científicos.

O sistema consiste em um conjunto de componentes individuais desenvolvidos na linguagem C/C++ que podem ser usados em conjunto para executar tarefas complexas. São componentes empacotados em arquivos executáveis podendo ser acionados por scripts na linguagem Python ou qualquer outra linguagem de acesso.

Segundo ADAM (2007), todo conjunto contempla mais de 100 componentes que podem ser configurados para criar e customizar processos de mineração. Com o processamento de imagens e a mineração de dados através de componentes interoperáveis é possível unificar todos estes recursos em diferentes aplicações para resolução de problemas. Também se destaca pela sua capacidade e facilidade de integração com novos componentes.

⁵⁵ ADaM (Algorithm Development and Mining System) desenvolvido no centro de tecnologia e sistemas de informação da Universidade do Alabama em Huntsville, é um toolkit para processamento de imagens e mineração de dados. Disponível em: <http://datamining.itsc.uah.edu/adam/>

5.5.1.2 Mineração de Dados para o Formato Vetorial

Para Silva (2003), a visão das representações gráficas dos dados espaciais no monitor tem sido frequentemente criticada por apresentar falhas com relação aos princípios dos desenhos cartográficos, ou por tornar o mapa um simples armazenamento de informações, ao invés de ser uma ferramenta de comunicação.

Se os dados armazenados são precisos, o mapa é a representação gráfica deste banco de dados. Por outro lado, se o banco de dados é meramente uma aproximação da verdade geográfica, o resultado gráfico é uma visão parcial do problema.

“[...] embora os sistemas de informações geográficas estejam voltados para análise de dados espaciais, houve um crescimento enorme da tendência de gerenciamento de informações geográficas ao invés da análise. A tecnologia dos sistemas de informações geográficas está produzindo mudanças radicais na forma como os dados espaciais são coletados, manipulados e analisados. As sociedades estão ficando cada vez desejosas de gerenciar as informações através de uma perspectiva geográfica.” (SILVA, 2003 p.35)

Contudo, os dados vetoriais são construídos a partir de objetos geométricos complexos. Normalmente os dados no formato vetorial são encontrados de forma textual e devidamente estruturada. Isto permite seu armazenamento em diversos bancos de dados espaciais, o que proporciona a elaboração e execução de consultas através da linguagem SQL (*Struct Query Language*) conforme Casanova et. al. (2005), gerando informações geográficas através de mapas aliados ou não aos dados de imagens.

Os mapas geralmente representados no formato vetorial proporcionam flexibilidade na sua manipulação, também tornando possível gerar imagens no formato matricial com maior precisão. Diferentemente, se os dados representados são baseados em imagens, os dados vetoriais apresentam uma limitação e dificilmente poderão ser aplicados sem adequações para sua integração.

“[...] as estruturas vetoriais são utilizadas para representar as coordenadas das fronteiras de cada entidade geográfica, através de três formas básicas: pontos, linhas, e áreas (ou polígonos), definidas por suas coordenadas cartesianas.” (CASANOVA et. al., 2005 p.25)

Ainda, os bancos de dados geográficos são bem utilizados no sistema de navegação de veículos, onde vão ser armazenadas as informações sobre as condições das estradas e serviços para os motoristas. Também é possível fazer alterações na escala do mapa, aumentando a sua dimensão para uma melhor visualização. Com isso o motorista pode obter qualquer informação sobre a área em que se encontra no momento e consultar também informações sobre os serviços que são oferecidos naquela região, como hotéis, restaurantes etc.

Todos os dados pertencentes a um objeto geométrico são armazenados e devidamente relacionados através de um código de único, dentre ou qual têm-se as coordenadas geométricas.

5.6 CONSIDERAÇÕES

Neste capítulo foram abordadas as etapas de extração do conhecimento em bancos de dados, denominado KDD. Também foi possível conhecer as principais técnicas (Inteligência Artificial, Estatísticas e de Indução de Regras), além dos principais métodos (Associação, Classificação e Agrupamento).

Também foi possível reunir alguns critérios para escolha de uma ou várias ferramentas a serem adotadas no processo de mineração de dados, principalmente para a mineração de dados espaciais.

O levantamento das principais características sobre a mineração de dados em especial para dados espaciais (vetorial e matricial) possibilitou avaliar a viabilidade para reutilização dos métodos tradicionais com relação ao processo de mineração envolvendo extensa complexidade devido à diversidade de padrões de dados.

6 MODELO ESTRATÉGICO DE COLABORAÇÃO PROPOSTO

Neste capítulo, inicialmente, é apresentado o resultado do levantamento junto às prefeituras do Estado de Santa Catarina referente ao acesso e disponibilização de dados na web. Através deste levantamento é possível ter-se um diagnóstico sobre a situação dos municípios catarinenses com relação a essa disponibilização, mostrando a carência de informações disponibilizadas. Em seguida, são apresentadas as etapas de construção do framework proposto, bem como seu detalhamento, permitindo um melhor entendimento do mesmo. Também são apresentados os resultados e os benefícios alcançados neste trabalho com o desenvolvimento e uso de uma ferramenta *web mapping* colaborativa aliada às técnicas de mineração de dados, voltadas principalmente para análises que necessitam investigar extensas bases de dados através de processos complexos. Ao final, são feitas algumas considerações sobre o desenvolvimento do protótipo proposto para o framework OpenCGFW (*Open Collaborative Geospatial Framework for the Web*).

6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Várias dificuldades são detectadas na realização de projetos que necessitam obter a demarcação precisa e o controle territorial de uma determinada área de cobertura. Por exemplo, em muitos casos detecta-se a falta de dados geográficos tornando inviável ou imprecisa a execução de atividades que necessitam de pontos devidamente georreferenciados.

Por outro lado, quando existentes, se alia ao fato desses dados encontrarem-se originalmente em formato fechado, proprietário ou projetados em padrões desconhecidos. A fim de contribuir na resolução e na redução das problemáticas existentes no dia a dia dos profissionais, reduzindo o trabalho de coleta e no processamento dos dados geoespaciais, surge a proposta do modelo estratégico de colaboração para desenvolvimento de um framework específico.

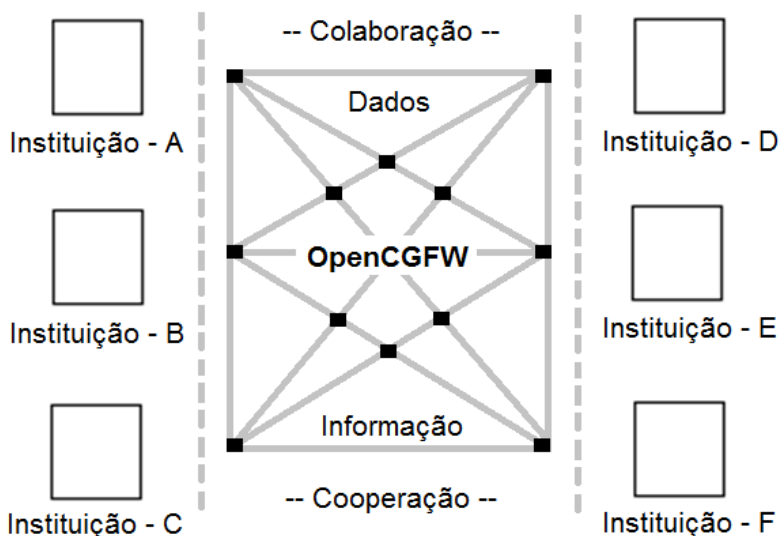
No esquema apresentado na figura 39 leva-se em consideração vários pontos de conexão entre uma ou várias instituições. Essas

conexões referem-se ao cruzamento de dados em determinado momento, permitindo também inserir variáveis externas aquelas já existentes. Cada ponto de conexão pode exigir vários processamentos de pequena, média ou grande complexidade. Isso depende de quantas fontes de dados estarão sendo utilizadas pelo usuário no momento do acesso.

Como exemplo é ilustrado o acesso da instituição “A” aos dados da instituição “B” e vice-versa, o processo de colaboração pode depender de outras instituições ou não, desencadeando novas conexões e conseqüentemente novos processos chamados de dependências funcionais para o processo principal.

Toda a dinâmica apresentada na figura 39, requer a implementação de controles em diversos níveis da estrutura computacional. Contudo, para facilitar o desenvolvimento destes controles surge a necessidade de um ambiente de integração que possa unir diferentes características e padrões quando solicitado. A partir disso é realizado o planejamento de um software denominado framework OpenCGFW, visando facilitar o desenvolvimento, à implantação, à colaboração e o acesso à geoinformação através de um ambiente livre e de baixo custo.

Figura 39 – Colaboração, Integração e Cooperação.



Ao observar a carência das instituições públicas com relação à integração destes dados e também dos sistemas computacionais, ocasionando a desinformação e o choque de interesses departamentais, bem como na prestação de serviços em diferentes segmentos de atuação na sociedade, são compilados diferentes métodos e técnicas para auxiliar na estruturação e no desenvolvimento do modelo estratégico de colaboração através de um framework OpenCGFW conforme apresentado nos capítulos a seguir.

6.2 DEFININDO O CENÁRIO PARA APLICAÇÕES DO FRAMEWORK OPENCGFW

Neste item são apresentados os três níveis que compõem o ciclo para implementação de uma arquitetura de software apropriada para o desenvolvimento, para uso de aplicações e para integração.

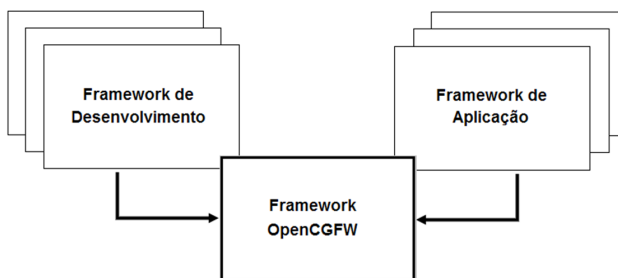
A partir dos conceitos apresentados no item (2.9) e funcionalidades existentes em um framework para desenvolvimento de software web, é possível obter maior flexibilidade na construção de novas soluções colaborativas aliando-se diferentes linguagens e padrões na construção de novos aplicativos de software.

Por outro lado, com a utilização de um ou vários frameworks de aplicação para um domínio específico, a exemplo de aplicações topográficas, geoprocessamento, cadastro territorial, CAD, financeiras, tributárias, administrativa, entre outras, cresce a produtividade dos usuários na resolução de problemáticas comuns. Com isso, surge a proposta da criação de um terceiro framework com a finalidade de proporcionar um meio termo, ou seja, obter a flexibilidade de desenvolvimento aliada a produtividade das aplicações, conforme apresentado na figura 40.

Juntamente com a elaboração da proposta, é apresentada a estruturação básica para a concepção do framework integrador, que tem foco principal na busca de soluções para sequenciar procedimentos que auxiliem na comunicação e colaboração entre dados espaciais. Tais procedimentos visam abordar a qualidade dos dados, que em muitas vezes não é priorizada por muitas instituições. Mas compreensão e

melhoria da qualidade dos dados geralmente aumenta a qualidade das análises resultantes.

Figura 40 – Cenários distintos para um Framework.



Na figura 41 são apresentadas as camadas da plataforma tecnológica, além de soluções em software livre para gerenciamento a partir do servidor. A primeira e a segunda camada são voltadas especialmente para o usuário final onde são encontrados diferentes sistemas operacionais e navegadores web, isso permite que um grande número de dispositivos possam se conectar aos aplicativos através das redes de comunicação e da internet. Porém, isso torna esta camada extremamente dinâmica e complexa, pois deve acompanhar principalmente a evolução dos computadores, dispositivos móveis e seus navegadores web.

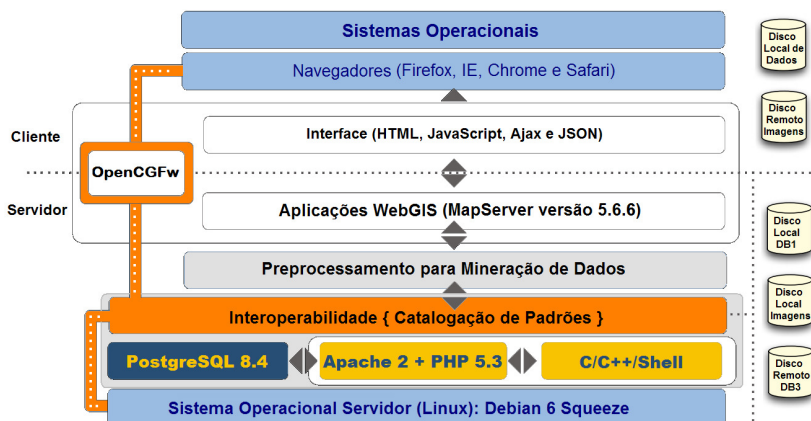
A terceira camada é gerenciada pelo framework OpenCGFW e refere-se a manipulação e visualização dos aplicativos no equipamento do usuário sem comprometer a execução e possibilitar a integração com aplicativos diversos. Ainda nesta camada são implementadas várias codificações para compatibilizar e otimizar a comunicação entre os processos do framework OpenCGFW tanto a partir do usuário quanto do servidor.

A quarta camada refere-se exclusivamente a manipulação dos dados geográficos armazenados a partir do servidor. Nesta camada também são tratados inúmeros processos de integração entre aplicações webGIS distintas.

Na quinta camada são tratados exclusivamente os processos de leitura e preparação de dados para aplicação das técnicas de mineração de dados.

As três últimas camadas servem para gerenciamento do framework OpenCGFW, visando a catalogação de padrões, viabilizando todo controle sobre a integração das aplicações e dos dados, além dos processos avançados com bancos de dados, servidores web e integração com os sistemas operacionais no lado do servidor.

Figura 41 – Definição em camadas da plataforma tecnológica para o framework.



Ao final com a visualização da estrutura em camadas é possível determinar em qual das pontas devem ser priorizadas as atividades, seja no cliente ou no servidor. Também ao considerar a necessidade de conexão pela rede internet quais camadas podem sofrer com as mudanças.

6.3 REQUISITOS PARA ESTRUTURAÇÃO DO FRAMEWORK

Para a elaboração do modelo estratégico de colaboração, através do framework OpenCGFW detecta-se inicialmente a necessidade do

estudo e do planejamento de vários requisitos e atividades, sendo analisadas sob quatro importantes aspectos. A partir da definição dos 4 aspectos relevantes para implementação do modelo foram definidas as atividades relacionadas a cada aspecto, denominadas de ponto de vista elementar(PVE).

O primeiro aborda os aspectos da infraestrutura (física e lógica), o segundo aborda os aspectos relacionados à interoperabilidade (intercâmbio, modelos de dados, relacionamentos e análises), o terceiro aborda os aspectos relacionados a colaboração e o último aborda os aspectos relacionados à organização (gestão) de todo o modelo estratégico para desenvolvimento e funcionamento do framework proposto conforme apresentado no quadro 10. Também nos Apêndices E e F são apresentados os passos para elaboração dos mapas cognitivos e da tabela de valores para os descritores.

A fim de delimitar as atividades a serem trabalhadas na construção do modelo estratégico, apresenta-se inicialmente cada ponto de vista elementar (PVE) que visa compor um conjunto de requisitos mínimos para a estruturação do funcionamento de um framework colaborativo. Ainda para cada PVE é necessário realizar um acompanhamento minucioso através da constante avaliação ao longo do processo de desenvolvimento, bem como ao longo de todo o ciclo de vida do framework.

Com a identificação dos principais requisitos, é possível impulsionar a elaboração e a construção de um ambiente único conforme apresentado no quadro 10, que visa estruturar o desenvolvimento e prover a interoperabilidade entre os dados distribuídos em diferentes órgãos públicos.

A partir dos resultados obtidos e com base nas propostas do Grupo Temático de Georreferenciamento - Governo Eletrônico (2006), em conjunto com as normativas de padronização de dados espaciais apresentadas pelo OGC (2005), é possível fundamentar a elaboração do modelo estratégico de colaboração. A partir disso, iniciam-se os trabalhos de construção do framework denominado OpenCGFW.

Quadro 10 - Estruturação das Necessidades para Desenvolvimento do Framework OpenCGFW.

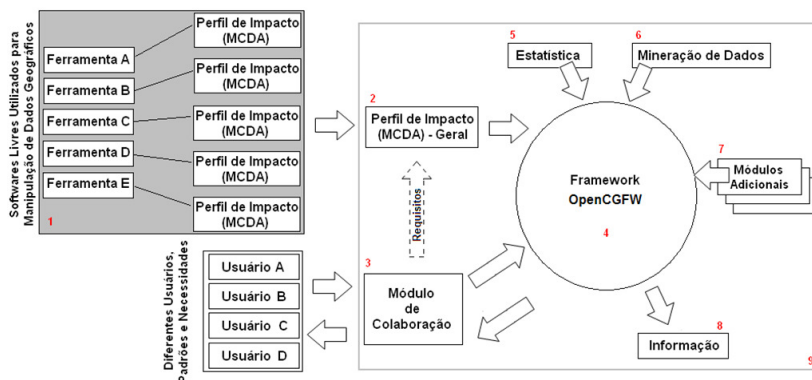
Framework Colaborativo OpenCGFW	Ponto de Vista Fundamental (a)	Ponto de Vista Fundamental (b)	Ponto de Vista Elementar	
	Aspecto de Infraestrutura	Estrutura Física	Computador (Hardware)	
Rede Internet, Intranet ou Extranet				
Estrutura Lógica		Sistema Operacional		
		Linguagem de desenvolvimento		
		SGBD		
		Interface de Navegação		
		Especificações OGC		
		Especificações ISO		
Bibliotecas Externas				
Aspecto de Interoperabilidade		Intercâmbio	TerraLib (Biblioteca)	Notação
	DXF			
	GDAL (Biblioteca)		DWG	
			SHP	
	FDO (Biblioteca)		TIF	
			GeoTIFF	
	SDTS++ (Biblioteca)		JPG	
		PNG		
	FME (Software)	GIF		
		ASCII		
			MIF	
			E00	
			SDTS	
		KML		
		XML/GML (Definição)		
		Padrões OGC (WMS, WFS, WSC, ...)		
Catálogo de Estruturas		Metadados		
Modelos de Dados (Normativas)		Ontologias (Conceitos)		
Análises		Integração de Dados		
		Processamento de Consultas		
		Estatísticas		
		Mineração de Dados		
Aspecto de Colaboração	Fórum de Discussão			
	Lista de Discussão			
	Integração de Aplicações			
	Adição de Funções e Melhorias			
	Compartilhamento de Acervos (dados)			
	Compartilhamento de experiências			
	Calendário de Atividades			
	Processo de Votação			
Aspecto Organizacional (Gestão)	Instituições			
	Pessoas			
	Capacitação			
	Grupos			
	Pesquisas			
	Apontar Indicadores			
	Requisitos/Funcionalidades			
	Processos de Desenvolvimento de Software			

6.4 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO FRAMEWORK

Para o desenvolvimento do framework são contextualizadas neste capítulo as principais etapas de construção do ambiente conforme apresentado na figura 42. As etapas são:

- 1ª. Etapa – Identificar o perfil de impacto⁵⁶ de cada ferramenta analisada;
- 2ª. Etapa – Identificar o perfil de impacto geral para o OpenCGFW;
- 3ª. Etapa – Desenvolver o módulo de colaboração;
- 4ª. Etapa – Desenvolver o núcleo do ambiente OpenCGFW;
- 5ª. Etapa – Desenvolver o módulo de estatística;
- 6ª. Etapa – Desenvolver o módulo de mineração de dados;
- 7ª. Etapa – Desenvolver o módulo configurador de aplicativos;
- 8ª. Etapa – Desenvolver o módulo de visualização dos resultados (regras e cartogramas);
- 9ª. Etapa – Desenvolver o módulo de gerenciamento do framework.

Figura 42 – Modelo Contextual proposto para construção do framework OpenCGFW.



⁵⁶ Perfil de Impacto - Refere-se ao perfil geral de cada software (objeto da pesquisa), apresentando descrições detalhadas das suas características fundamentais (PVF) e elementares (PVE).

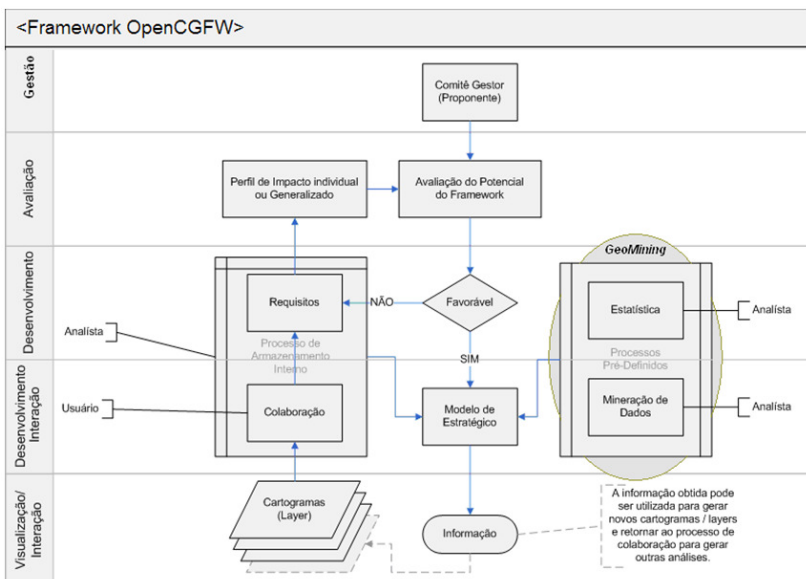
- ✓ Na primeira etapa é realizada a aplicação da metodologia MCDA-C, a fim de realizar um levantamento detalhado das ferramentas livres comumente utilizadas na manipulação de dados geográficos, possibilitando determinar, um perfil de impacto de cada uma destas ferramentas.
- ✓ Na segunda etapa são utilizados os resultados obtidos na etapa anterior, no qual é identificado o perfil de impacto individual, para determinar um perfil de impacto generalizado. Através deste perfil generalizado é possível identificar os requisitos fundamentais para o framework;
- ✓ Após a identificação das funcionalidades mínimas para o framework, na terceira etapa é realizada a coleta dos requisitos através da opinião de diferentes usuários, de seus padrões e suas necessidades de acordo com os softwares utilizados. Também é desenvolvida a interface para troca e colaboração de dados, conforme os padrões de intercâmbio (importação/exportação) de dados geográficos do OGC (*Open Consortium Geospatial*).
- ✓ Na quarta etapa é realizado o trabalho de codificação e implementação dos requisitos do framework, bem como a implementação das especificações de interfaces do OGC e a conectividade do framework com os demais módulos;
- ✓ Na quinta etapa é desenvolvido o módulo estatístico para suportar a análise essencial e exploratória de dados espaciais;
- ✓ Na sexta etapa é desenvolvido o módulo de mineração de dados, que visa auxiliar na análise de grandes volumes de dados, proporcionando a geração de regras e a composição de cartogramas através de métodos computacionais automáticos ou semiautomáticos. (ex: algoritmos de Associação, Classificação e Agrupamento);
- ✓ Na sétima etapa é desenvolvido o módulo configurador, o mesmo visa auxiliar na criação de novos módulos, bem como na parametrização de acordo com as necessidades dos usuários do framework;

- ✓ Na oitava etapa é desenvolvida a camada de visualização dos dados geográficos (saída), bem como das funções do framework para acompanhamento dos processos e acesso às informações;
- ✓ Na nona e última etapa são desenvolvidos os mecanismos que auxiliam no monitoramento do desempenho do framework ao longo do tempo de sua utilização bem como na sua documentação.

Na figura 43 é apresentado um fluxo de desenvolvimento que possibilita identificar a participação dos responsáveis em cada processo, bem como o seu esquema de funcionamento e a implementação visando à distribuição das atividades, além do gerenciamento contínuo de desenvolvimento do framework e a evolução de suas atividades.

Busca-se também neste fluxo descrever a construção do modelo estratégico como uma proposta de políticas adotadas na elaboração do framework OpenCGFW, a fim de auxiliar no processo de desenvolvimento e gerenciamento de todo o mesmo.

Figura 43 – Fluxo de Desenvolvimento para o Framework.



Adotar a estratégia de trabalho através de um ambiente único proporcionando a colaboração visa definir um conjunto de competências requeridas para a resolução de problemas comuns, bem como a sustentação de um determinado posicionamento individual

Com essa perspectiva decorre a formulação de uma estratégia tecnológica, cujo ponto central é a definição de uma trajetória de aprendizado que visa desenvolver um conjunto de competências organizacionais em determinados níveis. Observa-se que a estratégia tecnológica responde a questões de longo prazo e de que a tecnologia é tratada de forma bastante ampla, ou seja, envolve aspectos relacionados aos produtos e aos processos (técnicos e organizacionais).

Antes de iniciar efetivamente o desenvolvimento do framework através do modelo proposto é necessário rever e detalhar com mais propriedade cada uma das etapas citadas anteriormente. Sendo assim, os próximos tópicos são dedicados exclusivamente para determinar e consolidar cada etapa do modelo proposto e conseqüentemente garantir todo desenvolvimento do framework.

6.4.1 Primeira Etapa – Determinando o Perfil de Impacto

Nesta etapa é realizada a aplicação da metodologia MCDA-C, visando o levantamento detalhado das ferramentas livres comumente utilizadas na manipulação de dados geográficos e possibilitando determinar ao final um perfil de impacto de cada software. Também são considerados os itens apresentados anteriormente no quadro 11.

Para iniciar as atividades de avaliação e elaborar o perfil de impacto individualizado, sugere-se inicialmente, detectar o grupo de ferramentas de acordo com o foco do trabalho e as necessidades do mesmo, ou seja, softwares relacionados a análise de dados espaciais disponibilizados na web. Após análise, optou-se por selecionar cinco destes softwares por entender que os mesmos representam por suas características a totalidade dos dispositivos disponíveis. São eles:

- Alov Map/TMJava 0.96
- I3geo 2.7
- CartoWeb 3.3.0
- SPRING Web 3.0
- MapStraction 2

É essencial observar as características individuais de cada ferramenta adotada pelas instituições, embora não sendo obrigatório o seu detalhamento. Mas, com o resumo destas características pode-se contribuir na questão de visibilidade dos aspectos considerados importantes a serem utilizados na formulação dos EPA's (Elementos Primários de Avaliação) especificamente para o modelo multicritério conforme ilustrado no Apêndice E.

Após o levantamento sobre as ferramentas selecionadas, são construídos os descritores com as suas respectivas funções de valor viabilizando a aplicação do modelo MCDA-C. Para a presente etapa são apresentados alguns descritores detectados essencialmente para o modelo em questão, sendo:

- 1 °.) Compatibilidade com Hardware (D1-Hard): Busca avaliar os requisitos mínimos para funcionamento do software com relação ao Hardware a ser adotado;
- 2 °.) Compatibilidade com a Rede Internet, Intranet e Extranet (D2-Rede): Visa avaliar a compatibilidade com a rede Internet, Intranet e Extranet;
- 3 °.) Portabilidade entre Sistemas Operacionais (D3-SO): Visa detectar a portabilidade de um programa de computador e a sua capacidade de ser compilado ou executado em diferentes arquiteturas, seja de hardware ou de software. O termo também é usado para se referir a reescrita de um código fonte para uma outra linguagem de computador;
- 4 °.) Linguagem de Programação Adotada (D4-LP): Visa detectar a linguagem de programação utilizada para codificação do software;
- 5 °.) Sistema Gerenciador de Banco de Dados (D5-SGBD): Visa identificar a compatibilidade com os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados;
- 6 °.) Interface de Navegação (D6-Nav): Busca avaliar a compatibilidade com interfaces de navegação utilizadas em órgãos públicos;
- 7 °.) Implementar o Padrão OGC (D7-OGC): Busca detectar a implementação das especificações do OGC (*Open Geospatial Consortium*);
- 8 °.) Implementar Padrão ISO (D8-ISO): Busca detectar a implementação das especificações e conformidades com o padrão ISO (ex: 19100);

- 9 °.) Incorporar bibliotecas externas ao framework (D9-Bibl): Visa detectar a flexibilidade para absorver e integrar novas bibliotecas externas ao framework;
- 10 °.) Intercâmbio de dados geoespaciais (D10-Inter): Visa identificar e propiciar mecanismos com recursos de importação e exportação, que possibilitem o intercâmbio entre diferentes tipos de dados;
- 11 °.) Catálogo de Estruturas – Metainformação (D11-Metad): Visa detectar mecanismo nativo e dinâmico para documentar e descrever os dados de outros dados, ou seja, dizer do que se trata, dar um significado real e plausível a um arquivo ou conjunto de dados, referindo-se a representação de um objeto digital;
- 12 °.) Processar Ontologias (D12-Ontol): Visa identificar mecanismo nativo e dinâmico para compreender diferentes ontologias web;
- 13 °.) Possibilitar a integração e o relacionamento entre dados (D13-Norm): Visa detectar mecanismo nativo e dinâmico que auxilie na integração e no relacionamento entre os dados;
- 14 °.) Proporcionar a elaboração e o processamento de consultas (D14-Cons): Visa identificar mecanismo nativo e dinâmico para a elaboração, construção e execução de consultas em fontes de dados;
- 15 °.) Disponibilizar mecanismos para análises estatísticas (D15-Estat): Visa identificar a disponibilidade de mecanismos para construção e execução de modelos estatísticos;
- 16 °.) Proporcionar a Mineração de Dados (D16-DM): Visa identificar a disponibilidade de mecanismos para aplicação das técnicas de Mineração de Dados;
- 17 °.) Colaboração (D17-Colab): Visa detectar mecanismo nativo e dinâmico de colaboração, seja para o compartilhamento de dados quanto para a troca de experiências;
- 18 °.) Organizacional (D18-Orga): Visa detectar mecanismo nativo e dinâmico para auxiliar na gestão do projeto e aspectos organizacionais.

Embora a construção dos descritores seja um processo lento e criterioso, deve ser cuidadosamente construído em conjunto com os decisores, visando atender exatamente os objetivos de cada ponto elementar em questão, sendo que, o tempo reservado para o processo de

construção e aperfeiçoamento dos descritores é recompensado ao final do processo sem que tenha que redefini-los e alterar seus valores.

Após a construção dos descritores e sua pontuação através da tabela de valores disponíveis no Apêndice F, é realizado um comparativo que visa avaliar as principais características e funcionalidades a fim de identificar o perfil de cada ferramenta, proporcionando a geração do perfil de impacto conforme apresentado na figura 44. Por sua vez, a definição desta tabela segue uma adaptação dos trabalhos propostos por Ensslin et. al. (2001, p.183).

Para o processo de avaliação dos softwares, inicialmente realizou-se a construção dos descritores, especialmente para auxiliar na identificação do perfil individualizado. Após a análise dos pontos elementares para arquitetura, possibilitou-se o mapeamento das características determinantes, permitindo apontar para cada ferramenta o seu perfil com relação ao fator de equivalência para o nível de excelência, estável ou comprometedor. Ambos obtidos pela aplicação da fórmula (6.5.1) a seguir.

fator de equivalência atribuído para (a) = 5 “Excelência”
 fator de equivalência atribuído para (b) = 3 “Estável”
 fator de equivalência atribuído para (c) = 2 “Comprometedor”

n = Número de objetos avaliados

i = Número de ações detectadas para n

N = Número indeterminado

fx = Frequência X (ações de (a)) $i = 1,2,\dots,N$

fy = Frequência Y (ações de (b)) $i = 1,2,\dots,N$

fz = Frequência Z (ações de (c)) $i = 1,2,\dots,N$

$$\sum_{i=1}^n = \frac{[(fx_i \cdot a) + (fy_i \cdot b) + (fz_i \cdot c)]}{10}$$

(6.5.1)

Exemplo do Cálculo:

i3Geo $\rightarrow 9.5 + 3.3 + 6.2 \rightarrow 45 + 9 + 12 \rightarrow 66 / 10 = 6,60$

CartoWeb $\rightarrow 8.5 + 5.3 + 5.2 \rightarrow 65 / 10 = 6,50$

Ainda para o fator de equivalência adotou-se a escala de intervalo conforme adaptado de (ENSSLIN, 2001, p.198). Sendo uma ferramenta para ajudar a expressar, refletir e negociar sobre as preferencias do decisor.

Na Tabela 1 apresenta-se a distribuição dos respectivos valores para obtenção da colocação final.

Tabela 1- Avaliação “individual” para o ranking.

Ferramentas	EX	ES	CO	Total	PO**
I3Geo	9	3	6	18	6,60
CartoWeb	8	5	5	18	6,50
Alov	6	4	8	18	5,80
SpringWeb	6	2	10	18	5,60
MapStraction	4	5	9	18	5,30
Média Final					5,96

NOTAS: EX (Excelência), ES (Estável), CO (Comprometedor) e PO** (pontuação obtida após aplicação da fórmula para determinar a ranking final).

Contudo, após avaliação individual do software i3Geo, foi possível detectar quais pontos mais se destacam perante as demais funcionalidades apresentadas pelo mesmo. Tendo o descritor D17- Colaboração como sua característica mais positiva, e por outro lado D11-Metadados como a característica mais comprometedora perante aos demais, conforme apresentado na figura 44.

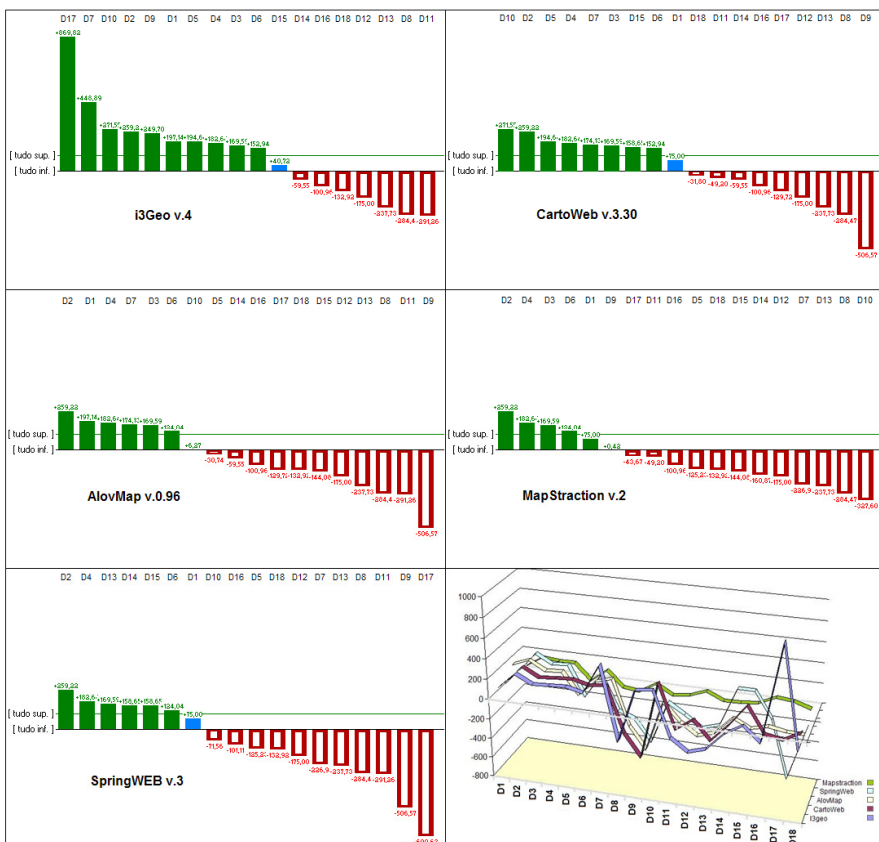
Também para a ferramenta CartoWeb foi possível realizar o mesmo processo, apresentado o descritor D10-Intercâmbio de Dados como sua característica mais positiva, e por outro lado o descritor D9-Incorporar bibliotecas externas ao framework como a característica mais comprometedora.

Para a ferramenta AlovMap detectou-se o descritor D2- Compatibilidade com a Rede Internet, Intranet e Extranet como sua característica mais positiva, e por outro lado o descritor D9-Incorporar bibliotecas externas ao framework como a característica mais comprometedora. Ainda para a ferramenta MapStraction detectou-se o descritor D2- Compatibilidade com a Rede Internet, Intranet e Extranet

como sua característica mais positiva, e por outro lado o descritor D10-Intercâmbio de Dados como a característica mais comprometedora.

E para a ferramenta SpringWeb detectou-se o descritor D2-Compatibilidade com a Rede Internet, Intranet e Extranet como sua característica mais positiva, e por outro lado o descritor D17-Colaboração como a característica mais comprometedora.

Figura 44 – Representação de todos os descritores para o Perfil de Impacto de cada software investigado.



Finalmente para validar o modelo e obter a confiança desejada sobre a construção do perfil de impacto individualizado, também foram

avaliados os descritores através da análise de robustez e sensibilidade global, individualizando cada ponto elementar construído.

Para verificar o comportamento dos softwares e de futuras alterações nas taxas de substituição de um critério em específico detalhado na planilha de valores do Apêndice F, além das ações sensíveis a esta variação, aplicou-se análise de sensibilidade.

Para análise do gráfico ilustrado na figura 45, (D1) tem um grau de atratividade de 19.97% aonde são observados o comportamento de cada software em relação aos demais, possibilitando identificar a semelhança e também o choque de comportamento com relação ao critério avaliado.

Após avaliação da sensibilidade dos descritores, no gráfico (D9-Biblioteca) é identificado o software Mapstraction com pequena diferença de atratividade comparado ao software SpringWeb, isto permite definir qual funcionalidade é reutilizada para nova implementação.

Com relação ao gráfico (D14-Consultas) é percebida a proximidade entre funcionalidades existentes no software MapStraction em relação ao SpringWeb, tornando-os muito próximos até o grau de atratividade (2,00). Com o aumento desta pontuação de atratividade o software SpringWeb apresenta fortes características na reutilização de suas funcionalidades.

Com isso foi possível estabelecer um marco flexível para diagnosticar o reflexo de mudanças evolutivas e tecnológicas sobre cada ponto de vista elementar para um framework integrador que atenda especificações comuns para diferentes necessidades.

Para isso, são apresentados os gráficos que possibilitam a visualização de conflitos entre os descritores ou sua previsão para eventos futuros.

A fim de validar o modelo e obter a confiança desejada sobre a construção do perfil de impacto individualizado, também foram avaliados os descritores através da análise de robustez e sensibilidade global, individualizando cada ponto elementar construído. A equação para análise de sensibilidade trata da mudança das taxas de substituição

em função de alteração da taxa de substituição de um critério. O somatório das taxas de substituição adotado pelo modelo multicritério discutido neste trabalho é igual a 1. Também todas as taxas de substituição devem ter um valor entre 0 e 1 conforme na fórmula (6.5.2):

$$0 \leq w_i \leq 1 \quad \forall i \quad (6.5.2)$$

Para avaliação global são obtidos os resultados através da fórmula (6.5.3) com a investigação dos elementos $VG_1(i3Geo)$, $VG_2(CartoWeb)$, $VG_3(AlovMap)$, $VG_4(MapStraction)$ e $VG_5(SpringWeb)$:

$$\{VG_{(a)} = w_1 \cdot v_1(a) + w_2 \cdot v_2(a) + w_3 \cdot v_3(a) + \dots + w_n \cdot v_n(a)\}, \text{ ou seja:}$$

$VG_{(a)}$ → valor global da ação

$v_i(a)$ → valor parcial da ação dos critérios

w_i → taxas de substituição dos critérios

n → número de critérios do modelo

$$VG(a) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_i(a)$$

(6.5.3) Adaptada de Ensslin et. al. (2000 p.244)

Para cada elemento foram obtidos os respectivos valores na análise numérica, na qual foram escolhidas as taxas de cada critério modificando seu valor original:

$$VG_{(i3Geo)} = 483,82; \quad VG_{(CartoWeb)} = 318,69; \quad VG_{(AlovMap)} = 224,15; \\ VG_{(MapStraction)} = 142,11; \quad VG_{(SpringWeb)} = 128,18;$$

Esta alteração, entretanto, também afeta as demais taxas de substituição do modelo, haja vista a soma das taxas ser igual a um (1). Por consequência, as demais taxas do modelo foram recalculadas de tal forma que as proporções entre elas não se modifiquem. Para calcular as novas taxas de substituição do modelo, em função da modificação de uma delas, foi utilizada a fórmula (6.5.4) para resolução da equação:

w_n' → taxa de substituição recalculada do critério n .

w_n → taxa de substituição original do critério n .

w_i' → taxa de substituição modificada do critério i .

w_i → taxa de substituição original do critério i .

$$w_n' = \frac{w_n \cdot (1 - w_i')}{(1 - w_i)}$$

(6.5.4) Adaptada de Ensslin et. al. (2000 p.272)

$$w_n' = (0,20 \cdot (1 - 0,65)) / (1 - 0,50) = 0,14$$

$$w_n' = (0,15 \cdot (1 - 0,65)) / (1 - 0,50) = 0,11$$

$$w_n' = (0,20 \cdot (1 - 0,35)) / (1 - 0,50) = 0,26$$

$$w_n' = (0,15 \cdot (1 - 0,35)) / (1 - 0,50) = 0,20$$

Para verificar a sensibilidade dos pontos de vistas fundamentais (PVF) do modelo, foram alteradas as Taxas de Substituição w_n (a). Adotando para o experimento uma escala de valores percentuais entre 1 e 100, visando detectar os valores mais significativos e demonstrar alterações sensíveis tanto para um pequeno quanto para um alto grau de interesse.



Após os testes detectou-se a necessidade do aumento de 30% e, por outro lado, a redução do mesmo percentual a partir do ponto médio. Contudo, para a primeira alteração de 65% gerou:

$$VG_{(i3Geo)} = 620,68; VG_{(CartoWeb)} = 408,44; VG_{(AlovMap)} = 322,52; VG_{(MapStraction)} = 228,07; VG_{(SpringWeb)} = 180,90;$$

A segunda alteração das Taxas de Substituição w_n (a) para 35% gerou os seguintes valores:

$$VG_{(i3Geo)} = 350,20; VG_{(CartoWeb)} = 228,05; VG_{(AlovMap)} = 129,83; VG_{(MapStraction)} = 62,53; VG_{(SpringWeb)} = 73,93;$$

A sensibilidade do modelo fica evidenciada com a segunda alteração (35%), em que ocorre a troca de posições dos critérios devido à alteração nos valores globais para cada análise para avaliação global. Ainda nesta etapa, para verificar a sensibilidade de cada ponto elementar (PVE), são realizadas as alterações nas taxas individualizadas, além das ações sensíveis a essa variação, sendo aplicadas análises isoladas.

Figura 45 – Análise de sensibilidade para cada critério (a).

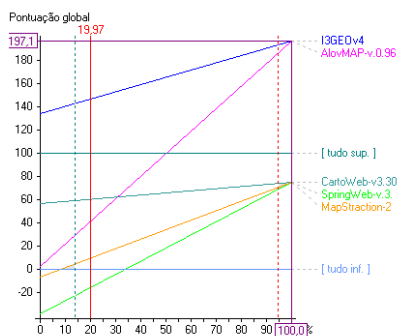
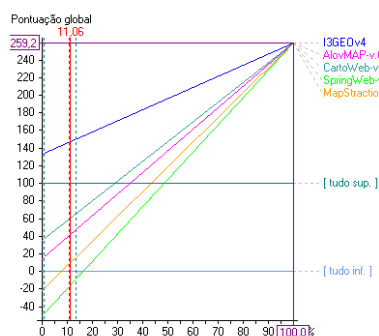
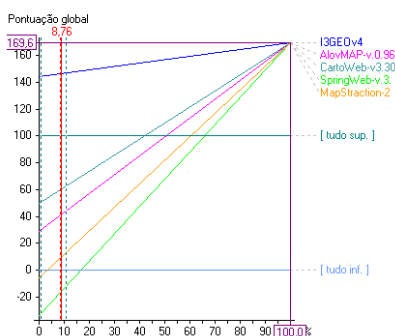
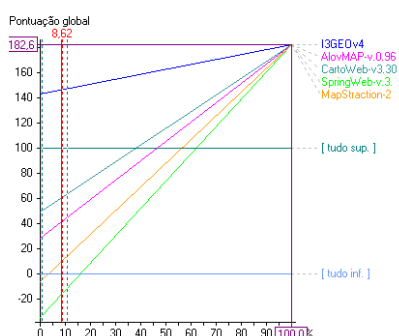
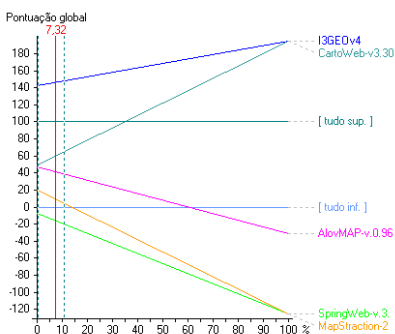
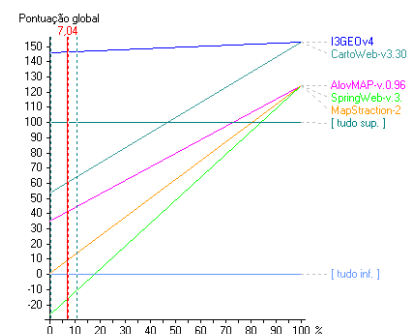
D1 - Hardware**D2 - Rede****D3 - Sistemas Operacionais****D4 - Linguagem de Programação****D5 - SGBD****D6 - Navegação**

Figura 45 - Análise de sensibilidade para cada critério (b) - continuação.

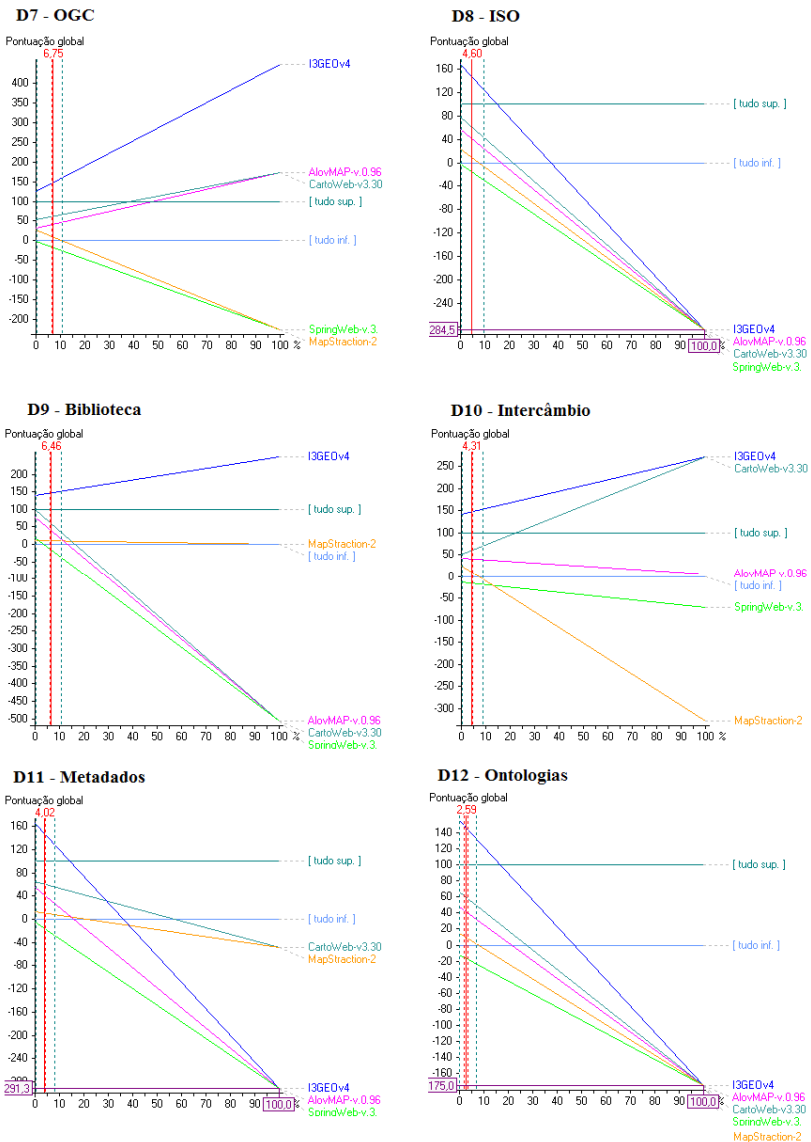
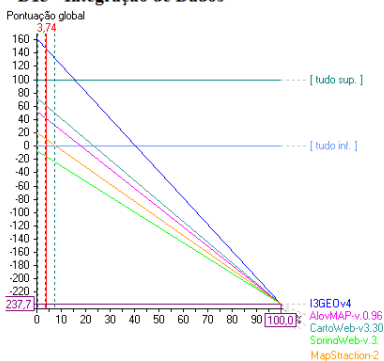
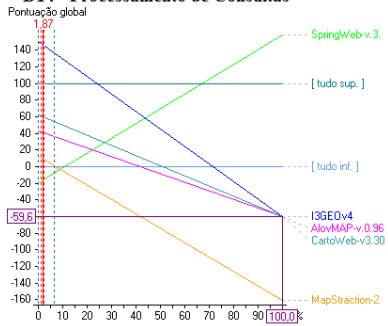
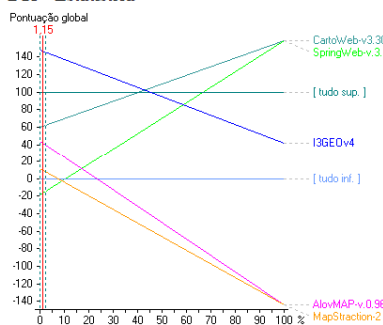
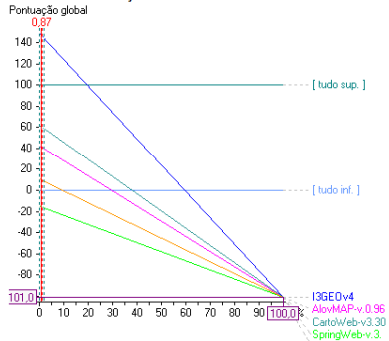
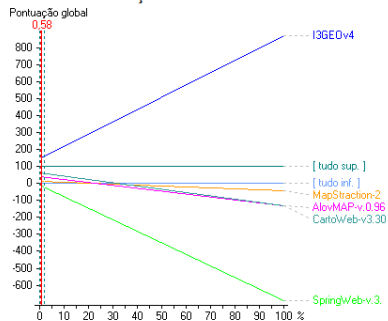
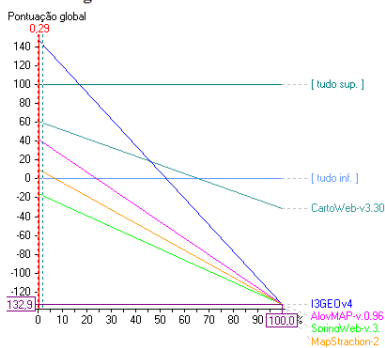


Figura 45 - Análise de sensibilidade para cada critério (c) - continuação.

D13 - Integração de Dados**D14 - Processamento de Consultas****D15 - Estatística****D16 - Mineração de Dados****D17 - Colaboração****D18 - Organizacional**

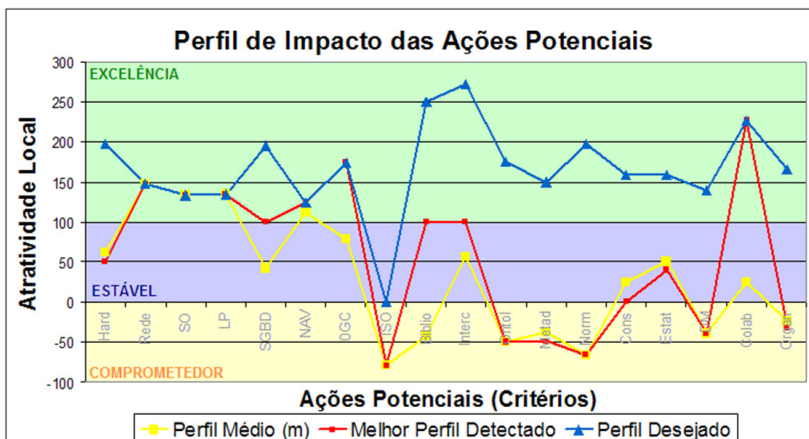
6.4.2 Segunda Etapa – Determinando o Perfil Médio e Desejado

Nesta etapa são utilizados os resultados obtidos na etapa anterior, no qual é identificado o perfil de impacto individualizado, para determinar um perfil de impacto geral. Através deste perfil generalizado é possível identificar os requisitos fundamentais para o desenvolvimento do framework.

Com o perfil de impacto generalizado, busca-se um equilíbrio entre todas as ferramentas submetidas ao processo de avaliação, obtendo-se também com a união de novos elementos essenciais, alguns indicadores para estipular os principais objetivos e suas prioridades na formulação e desenvolvimento das atividades de construção do framework proposto.

Através da figura 46, busca-se comparar o perfil médio de impacto (m) de todas as avaliações realizadas na primeira etapa, bem como a representação do melhor perfil com a maior pontuação obtida e também a representação do status “quo” a ser alcançado. A partir do cruzamento de cada perfil percebe-se a quais pontos elementares devem ser priorizados na execução das atividades de construção do framework OpenCGFW.

Figura 46 – Análise de cada Perfil em relação ao Status "Quo" desejado.



Com a definição do status “quo” em conjunto com os decisores, obtém-se indicadores que permitem focar e priorizar esforços no desenvolvimento de atividades específicas em busca de melhorias.

Como exemplo, cita-se a prioridade das ações que auxiliem na execução de processos no framework proposto, visando a comunicação e persistência de dados espaciais com os sistemas gerenciadores de banco de dados (SGBD), o desenvolvimento de novos mecanismos para aumentar a interoperabilidade dos dados com a incorporação de bibliotecas externas (Biblio), também potencializar o intercâmbio entre diferentes padrões de dados (Interc), adotar mecanismos para compatibilizar a implementação de ontologias (Ontol), implementar funcionalidades para obtenção de metadados (Metad), além de outras ações a serem priorizadas.

Com os valores extraídos no cruzamento de cada perfil, aplica-se a mesma (6.4.1) para cálculo utilizada para obter o ranking das ferramentas analisadas na primeira etapa, sendo possível visualizar os novos valores e quantificar os ganhos sob cada melhoria realizada na construção do framework proposto.

Na Tabela 2 apresenta-se a distribuição dos respectivos valores para obtenção da pontuação de cada perfil.

Tabela 2- Avaliação e pontuação final.

Perfil	EX	ES	CO	Total	PO **
Perfil Médio (m)	6,6	3,8	7,6	18	5,96
Melhor Perfil detectado	9	3	6	18	6,60
Perfil Desejado	17	1	0	18	8,80

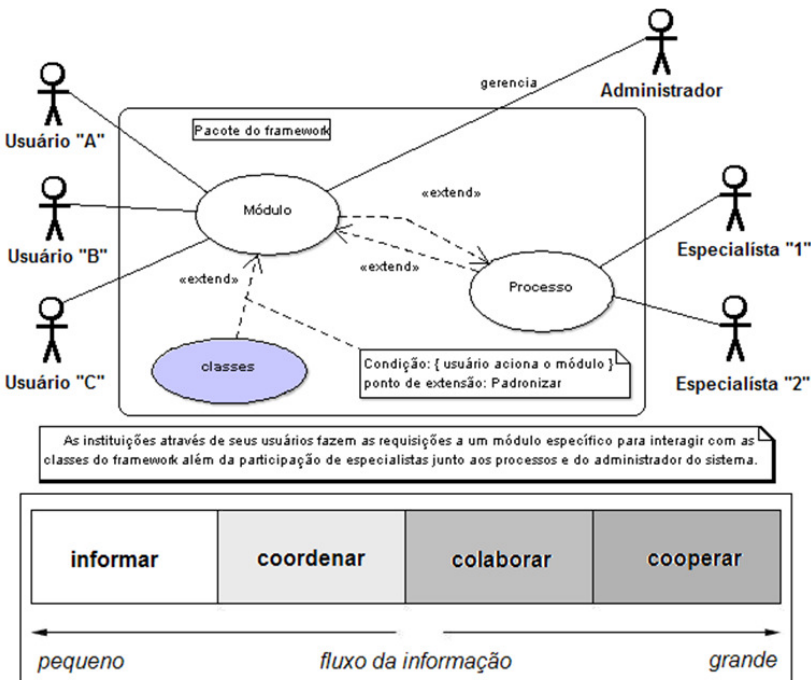
NOTAS: EX (Excelência), ES (Estável), CO (Comprometedor) e PO**(pontuação obtida após aplicação da fórmula para determinar a pontuação final).

6.4.3 Terceira Etapa – Desenvolvendo o Módulo de Colaboração

Com a identificação das funcionalidades mínimas para o framework OpenCGFW, nesta etapa é constituído o módulo de colaboração, com a inclusão de aplicações específicas que promovam a comunicação em diferentes níveis. Com isso, realiza-se a identificação de padrões e necessidades através de seus usuários, isto é, promover a colaboração organizacional, conforme mostrado na figura 47.

Inicialmente a colaboração é detectada como uma das importantes etapas no fluxo de informação a fim de consolidar a cooperação entre diferentes usuários, independentemente de qual sistema de informação seja utilizado. Para isso, não basta apenas que seja informada a existência de determinado conteúdo se não for coordenada a sua distribuição.

Figura 47 – Intensidade do fluxo de informação entre os usuários.



Fonte: Adaptada de Borghoff e Schlichter (2000).

Somente após a distribuição e o livre acesso aos dados, é que a colaboração torna-se possível e conseqüentemente a cooperação dinâmica entre os usuários pode efetivamente acontecer conforme.

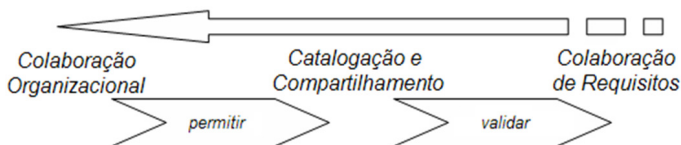
Com base no fluxo de informação, para o framework OpenCGFW, a colaboração propriamente dita ocorre com a participação de diferentes usuários através de um ambiente único. Sendo assim, busca-se com essa ferramenta conceber e facilitar a comunicação através da internet e aplicando-se vários recursos, tais como: fórum de discussão, lista de discussão, blog de conteúdos específicos, calendário de atividades, enquetes para avaliar as questões de maior debate que necessitam de decisões conjuntas, dentre outros mecanismos.

Esses mecanismos de comunicação citados buscam viabilizar a troca de experimentos, além da troca de inúmeros acervos existentes nos mais diferentes padrões através de download e upload de arquivos. Com isso, ao intensificar a colaboração entre os diferentes usuários e principalmente entre as instituições públicas, esta iniciativa acaba constituindo também um meio para facilitar a integração e a catalogação de dados geográficos entre diferentes aplicações computacionais.

É percebida, também, a necessidade de uma interface própria para troca e colaboração de dados, seguindo as especificações de intercâmbio (importação/exportação) de dados geográficos GDAL/OGR (*Open Source Geospatial Foundation*) e OGC.

Na figura 48 é contextualizado o processo para funcionamento da colaboração junto ao framework OpenCGFW.

Figura 48 – Processo contextualizado para a colaboração junto ao framework OpenCGFW.



A partir da colaboração organizacional são desenvolvidas atividades que permitem a catalogação e conseqüentemente o compartilhamento de informações tanto para uso interno da instituição quanto para fora dela.

Entretanto, o compartilhamento de dados em muitos casos também gera inúmeras inconsistências tornando o fluxo de informação menos confiável. Além disso, com o compartilhamento de diferentes formatos de dados acaba-se impulsionando o uso de ferramentas distintas para a importação/exportação dos mesmos.

Porém, a fim de reduzir o uso de diferentes ferramentas principalmente denominadas proprietárias (copyright), é proposto o desenvolvimento do framework OpenCGFW. Mas, para isso se faz necessário detectar principalmente os requisitos individuais da grande maioria dos padrões de dados comumente utilizados.

Embora com a melhoria contínua dos softwares nestas áreas detecta-se com frequência a ausência de mecanismos flexíveis e que facilitem o intercâmbio destes dados entre diferentes sistemas geográficos e dando origem a partir destas ausências a novos requisitos isolados, mas que podem ser colaborados na busca de soluções ágeis e que atendam a um número maior de usuários.

Após a catalogação e o compartilhamento de informações, outras atividades são desencadeadas para absorver estes dados e a partir disto, manipulá-los corretamente para novas implementações sem perder a qualidade desses.

6.4.3.1 Colaboração de Requisitos

A colaboração de requisitos especialmente para o desenvolvimento de softwares requer principalmente de uma colaboração tecnológica, na qual também busca-se intensificar atividades cooperativas, onde a colaboração pode acontecer em vários momentos, seja através de classes utilizando a programação orientada a objetos, seja da colaboração entre os aplicativos, ou a colaboração de dados através das diferentes formas de intercâmbio.

Por outro lado, a colaboração em quase todas as áreas de atuação acaba originando inúmeras situações de inconsistência e incompatibilidade entre as diferentes ferramentas adotadas. Neste caso a colaboração também acaba gerando novos esforços que priorizam apenas soluções paliativas para uma adaptação com a nova realidade.

Essas inconsistências são agravadas quando a interoperabilidade entre os sistemas de informação é exigida principalmente com a sincronia dos dados. Isso acaba originando novos requisitos principalmente para os sistemas de informações geográficas. A partir disso é detectada a necessidade do desenvolvimento de um mecanismo que permita a colaboração de requisitos melhorando as atividades colaborativas entre as diferentes soluções computacionais adotadas.

Para implementar o módulo de colaboração, são desenvolvidos os mecanismos que auxiliam na conectividade e na consolidação das atividades de colaboração entre os usuários. Para que isso ocorra é necessário identificar a padronização dos dados e a catalogação dos requisitos, propondo-se:

- ✓ realizar o cadastramento de cada instituição (usuário), através de um questionário que visa identificar o perfil do mesmo, bem como das soluções computacionais (geotecnologias) utilizadas;
- ✓ realizar o compartilhamento de dados geográficos, a exemplo de camadas (layers) contendo arquivos vetoriais ou imagens (raster), possibilitando que cada instituição (usuária) possa identificá-los com:
 - i. padrão e tipo de dado (raster, vetorial);
 - ii. local de cobertura (descrição e coordenadas);
 - iii. projeção (sistema de georreferenciamento e coordenadas);
 - iv. local de armazenamento (local ou remoto);
 - v. sistema de banco de dados adotado (PostgreSQL, MySQL, Oracle, DB2, SQL Server, Dbase dentre outros);
 - vi. características adicionais.
- ✓ realizar a conversão de dados (intercâmbio), permitindo que o framework possa automaticamente adequar os dados de cada instituição (usuária) para os padrões livres e conseqüentemente compatibilizá-los junto ao framework para compartilhamento;

- ✓ detectar as constantes mudanças sobre os requisitos. Para isso é fundamental criar o formulário de cadastramento dos requisitos, possibilitando sua avaliação, implementação e também consulta sobre a situação atual de cada encaminhamento (requisito);
- ✓ avaliar e priorizar novas implementações, também para isso deve-se criar o formulário para cadastrar as avaliações realizadas sobre as solicitações de melhorias junto ao framework, inserindo-as em uma árvore com as taxas de harmonização do perfil de impacto de todo projeto, proporcionando a visualização de todas as características e particularidades do framework proposto.

O módulo de colaboração requer um gerenciamento específico e integrado com o desenvolvimento do framework, a preocupação inicial fica focada na avaliação constante dos requisitos e das funcionalidades a serem devidamente avaliadas e incorporadas no ambiente durante a sua existência.

Para suprir esta necessidade sugere-se a criação de um grupo de especialistas (gestores) para manter o framework em constante desenvolvimento, proporcionando as instituições públicas usuárias desta tecnologia a certeza da sua continuidade evolutiva.

Além das atividades especialmente voltadas para a construção do framework, a colaboração e o gerenciamento visam avaliar e adotar a ordem de prioridade em que os trabalhos serão realizados, levando em consideração sua arquitetura e os recursos já existentes. Este processo de acompanhamento pode ser avaliado através do modelo de avaliação MCDA-C, aonde os desenvolvedores e os usuários do framework ao obter acesso ao mesmo podem visualizar as respectivas mudanças.

Nesta etapa a colaboração tem uma função especial, ou seja, aumentar a comunicação entre os usuários, a fim de proporcionar mais um mecanismo para auxiliar no processo de levantamento das necessidades, bem como dos requisitos a serem implementados no framework proposto.

Outro ponto elementar detectado no (MCDA-C) e importante para o módulo de colaboração se refere ao processo de implementação de melhorias, que por sua vez necessita do compartilhamento de

experiências dos usuários através de projetos aplicados. Com isso, é obtida através destas experiências a possibilidade de apontar um grande número de ocorrências durante a utilização do framework, tornando possível detectar quais melhorias são necessárias e quais ações devem ser priorizadas e executadas junto ao framework.

Várias técnicas são utilizadas para coleta de requisitos, dentre elas citam-se as entrevistas com os usuários, mudanças nas regulamentações que definem a interoperabilidade de dados, questionários, avaliações sobre a usabilidade, fórum de discussão, painéis, e-mails e qualquer outro mecanismo de comunicação aplicável na comunicação e colaboração.

O processo de coleta de requisitos é muito importante para que o ambiente projetado tenha boa aceitação dentre seus usuários, sendo que, para o mesmo é necessário o desenvolvimento de mecanismos exclusivos para controle de cada processo.

Num esforço conjunto com os usuários busca-se tornar ágil o processo para implantação da engenharia de requisitos visando à melhoria contínua da qualidade dos softwares, através da definição dos processos para o gerenciamento dos requisitos, das boas práticas existentes de desenvolvimento de aplicações e principalmente na cultura tecnológica dos órgãos públicos.

Para o desenvolvimento do protótipo são necessários estudos preliminares para se identificar requisitos mínimos de funcionamento, além da adesão de padrões e com o uso da metodologia MCDA-C propõem-se também a identificação dos pontos elementares relacionados aos seguintes aspectos: infraestrutura, interoperabilidade, colaboração e por último o aspecto organizacional.

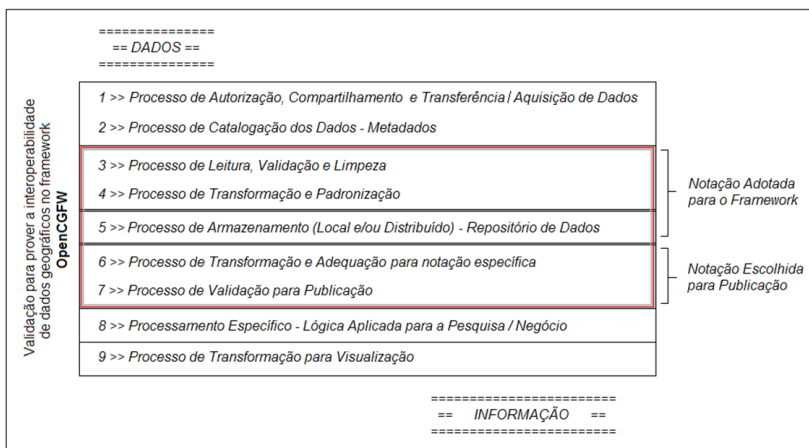
A partir deste foco, prioriza-se o desenvolvimento de recursos para o framework OpenCGFW a fim de promover a realização plena do ciclo de aprendizagem, transformando continuamente as iniciativas individuais de colaboração e conhecimento em “conhecimento organizacional” e consequentemente em resultados coletivos.

6.4.3.2 Promovendo a Interoperabilidade com a Integração de Dados Espaciais

Neste tópico é apresentado o módulo para intercâmbio de dados junto ao framework, principalmente para diferentes formatos e padrões através de um ambiente único e através de uma interface padronizada para a colaboração.

Também através de alguns projetos de softwares de código aberto e de livre utilização já consolidados, cita-se GDAL/OGR (2005) e INPE-TerraLib (2006). Também através de aplicações consolidadas conforme Pastorello et. al. (2009) e Macário et. al. (2009), foram incorporadas funcionalidades neste módulo do framework OpenCGFW com a finalidade de agilizar vários processos propostos para promover a interoperabilidade entre os dados geográficos conforme na figura 49.

Figura 49 – Arquitetura adotada para interoperabilidade de dados Geográficos no framework OpenCGFW.



Fonte: Adaptada de Lacasta et. al. (2007), Pastorello et. al. (2009) e Macário et. al. (2009).

Para validar e prover a interoperabilidade de dados no framework, o primeiro processo aborda as atividades de autorização, compartilhamento e transferência, ou seja, aquisição de dados. Este

conjunto de procedimentos reduz inúmeros problemas de identificação de projetos elaborados em diferentes ambientes e formatos.

Visando apresentar inicialmente a licença na qual o framework submete todos os dados incorporados para efetivação da colaboração, bem como auxilia na transferência destes dados via FTP⁵⁷ (*File Transfer Protocol*), através de um servidor exclusivo devido ao grande volume de dados.

No segundo processo de catalogação dos dados, são coletados os metadados de todos os pacotes de dados transmitidos e tendo sua transferência finalizada com sucesso, permitindo a sua documentação detalhada, preservando sua formatação original e possibilitando posteriormente que sejam realizadas pesquisas através desta documentação.

Para o terceiro processo, a leitura, validação e limpeza dos dados, são realizadas atividades de maior complexidade devido as inúmeras consistências que devem ser executadas. Tais consistências possibilitam a redução e até a eliminação de anomalias nos conjuntos de dados, como exemplo a existência de caracteres especiais, redundâncias e ordenação, agilizando e garantindo acesso ao conjunto de dados.

O quarto processo adotado para transformação e padronização, necessita obrigatoriamente que todo conjunto de dados tenha passado nos processos anteriores. Tendo necessariamente sua transformação e adequação para uma notação específica que possibilite seu armazenamento, possibilitando posteriormente acesso mais rápido e otimizado através do framework. O aspecto principal deste processo visa manter o conjunto de dados originalmente criado, mas também criando uma réplica através de notação para o devido armazenamento conforme detalhamento a seguir.

O quinto processo é elaborado exclusivamente para tratar do armazenamento de todos os conjuntos de dados a partir de uma notação padronizada através do framework. Neste processo é selecionada a origem dos dados e também o seu destino, com isso é possível

⁵⁷ FTP é a sigla da expressão inglesa *File Transfer Protocol*, é um protocolo de transferência de arquivos entre computadores em redes TCP/IP. Sendo atualmente o processo mais utilizado para transferência de grandes volumes de dados na Internet.

determinar através de parâmetros os locais para leitura e armazenamento.

O sexto processo é elaborado para tornar os diferentes conjuntos de dados acessíveis através dos procedimentos computacionais que podem ser submetidos na mesma consulta. A exemplo, cita-se um conjunto de imagens no formato raster pertencentes a uma instituição de pesquisa que estejam armazenadas em um servidor remoto. De outro modo, também deseja fazer a junção com dados vetoriais que estão armazenados localmente, permitindo recuperar dados para criar novos cenários de trabalho.

O sétimo processo requer basicamente da homologação dos dados para sua publicação, é um procedimento simples mas importante para validar a transformação em diferentes formatos para sua reutilização.

O oitavo processo refere-se a execução de processos específicos, ou seja, conforme a necessidade dos usuários os dados podem ser diretamente submetidos a regras implementadas através do framework, fazendo que a saída dos dados seja adequada as suas necessidades.

O nono e último processo é elaborado para gerar a saída de um formato adequado do framework através de notação específica, para facilitar a sua visualização através de mecanismos interativos, a exemplo de gráficos, mapas, regras ou tabelas. Tornando a etapa de interpretação e visualização de dados menos complexa.

Com isso, para promover a integração de dados através do framework OpenCGFW, inicialmente são restringidas algumas situações, permitindo especificar neste trabalho uma forma simples para integrar informações e gerar conhecimento atualizado para a colaboração, o planejamento e a coordenação das ações conjuntas entre instituições públicas e também privadas.

Mas, atualmente alguns desafios ainda devem ser enfrentados, a exemplo, têm-se dados e informações armazenadas em estações de trabalho e não em um servidor específico, além de dados básicos e produtos não catalogados, e finalmente a quantidade limitada de espaço para armazenamento de grandes volumes de dados.

Para isso é necessário a catalogação permanente que promova a identificação de toda a massa de dados distribuída, produzindo metadados de cada projeto (digital ou não digital), citando o GeoNetwork⁵⁸, como uma alternativa ao framework para o gerenciamento deste processo, a sua desvantagem principal é não ter sua integração com outros softwares.

Por outro lado, possibilita a partir da catalogação a manipulação destes dados para a descoberta de conhecimento, principalmente para o monitoramento de divisas territoriais, do meio ambiente, a inclusão social e também o desenvolvimento sustentável das regiões.

A partir dos metadados a integração de dados pode ser realizada com a utilização de várias ferramentas, isto varia de acordo com os sistemas de armazenamento. Para isso existem várias soluções de ETL - *Extract, Transform Load* (GeoKettle⁵⁹ e ESF⁶⁰ *Database Migration Toolkit Pro*), além das tradicionais ferramentas SAP, Business Objects, Oracle Data Integrator, Apata e SAXES.

Boa parte destas ferramentas computacionais atende as necessidades, mas ainda necessitam de várias customizações que devem ser executadas por profissionais devidamente capacitados e que possam resolver problemas inerentes as tecnologias existentes.

Especificamente durante os processos de migração junto ao framework OpenCGFW entre diferentes bases de dados, foram detectados vários tipos de dados, necessitando em determinados momentos de tratamento diferenciado para cada um destes. Com isso, foram realizados experimentos que possibilitaram entender melhor tais problemáticas frequentemente encontradas na integração, colaboração e interoperabilidade entre os dados. A seguir são apresentadas quatro

⁵⁸ Geonetwork. Disponível em: <http://geonetwork-openource.org/>

⁵⁹ GeoKettle ETL é um software livre que visa habilitar recursos espaciais. É uma poderosa ferramenta de ETL orientada por metadados dedicada à integração de diferentes fontes de dados espaciais para a construção e atualização de repositórios. Permite o tratamento transparente do tipo de dados com geometrias além de qualquer outro tipo de dados clássico a todas as transformações. Disponível: <http://www.spatialytics.org/projects/geokettle/>

⁶⁰ ESF *Database Migration Toolkit* é um conjunto de ferramentas que reduz esforços, custo e risco de migração de qualquer dos formatos de bancos de dados: Oracle, MySQL, SQL Server, PostgreSQL, IBM DB2, IBM Informix, Caché, Teradata, Visual Foxpro, SQLite, Firebird, InterBase, Microsoft Access, Microsoft Excel, Paradox, Lótus, dBase, CSV / Texto e transferência de qualquer fonte de dados ODBC. Disponível: <http://www.easyfrom.net/>

avaliações que possibilitaram a codificação de rotinas específicas e otimizadas para esta face de integração junto ao framework.

Na primeira avaliação, obteve-se a recuperação e a leitura de esquemas específicos da base de dados da prefeitura de Cascavel-PR. Na segunda avaliação ocorreu a recuperação e importação dos esquemas da base de dados da prefeitura de Canoas-RS. Na terceira avaliação são analisados aspectos entre diferentes fontes para a integração com o sistema de informações geográficas do IBGE denominado Estatcart, possibilitando o cruzamento de dados estatísticos deste sistema com as demais fontes junto ao framework. Ao final na quarta e última avaliação foi realizada a recuperação, conversão e a importação dos dados que representam o esquema do boletim de informações cadastrais (BIC) da prefeitura de Itajaí-SC para o cruzamento com os dados censitários coletados pelo IBGE através do sistema Estatcart.

Ainda com relação a primeira avaliação, foi possível adotar a ferramenta ESF (*Database Migration Toolkit*) para realizar o acompanhamento sobre o processo de leitura e migração de bases de diferentes prefeituras. Possibilitando migrar do SGBD Microsoft SQL Server⁶¹ 2008 R2 para o SGBD PostgreSQL⁶² v 9.0 conforme apresentado no quadro 11.

Na segunda avaliação, foram realizadas experiências com relação a migração dos dados já armazenados no SGBD PostgreSQL v.8.4, o que agilizou o processo de migração para sua versão mais atualizada. A rapidez neste procedimento traz muitos benefícios junto ao framework OpenCGFW por agregar várias funcionalidades de manipulação dos dados geográficos conforme apresentado no quadro 12.

Para a terceira avaliação, obteve-se outro importante processo de migração, referente ao formato de arquivos (.dbf) muito utilizado por inúmeros sistemas de informações geográficas. A leitura deste padrão tornou-se obrigatória junto ao framework OpenCGFW devido a sua grande popularidade e possuir muitos dados distribuídos com tal especificação em particular.

⁶¹ SQL Server 2008. Disponível em: <http://www.microsoft.com/sqlserver/2008/en/us/trial-software.aspx>

⁶² PostgreSQL – Disponível em: <http://www.postgresql.org/>

Devido a isso foram realizados experimentos de migração destas bases pertencentes ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em especial dados do software Estatcart⁶³, tendo com sua migração conforme ilustrado no quadro 13 e no quadro 14, com a possibilidade de integração com outras fontes de dados através do framework. Ainda foram detectadas ocorrências inesperadas pelo framework, pois são processos atribuídos ao sistema operacional adotado, sendo necessário alterar parâmetros de configuração do mesmo para os processamentos de migração dos dados espaciais, onde:

- ✓ os problemas de leitura e identificação da nomenclatura dos arquivos causaram vários atrasos, gerando acréscimo no tempo de processamento que acabaram não sendo totalizados. O problema ocorreu principalmente em testes com os sistemas operacionais Windows XP e Windows Server 2003;
- ✓ os problemas de carga para migração junto ao SGBD Postgresql-PostGIS, pela falta de ferramentas livres e interativas para o processamento automatizado dos formatos (shp e dbf).

Com esta experiência foi possível vivenciar problemas comumente enfrentados por diferentes usuários junto as suas instituições, onde a integração fica extremamente comprometida pelos diferentes parâmetros de configuração implementados, agravando o problema devido a falta de documentação o que dificulta sua leitura, interpretação, compreensão até mesmo a integração com outras bases.

Na quarta avaliação foram realizadas as conversões e a importação dos dados no formato texto e também os dados no formato shapefiles, proporcionando a integração destas diferentes fontes de dados junto ao framework conforme ilustrado no quadro 14.

Estatcart é um Sistema de Recuperação de Informações Georreferenciadas, contendo vários dados sobre os censos realizados no país. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/lojavirtual/>

Quadro 11-Análise da migração das bases do SGBD SQL Server 2008 R2.

HARDWARE		HP 6535b AMD Turion X2 64 bits Dual Core / 2GB Memória RAM / 2 TERA HD						
Prefeitura 1: CASCAVEL PR	Sistema Gerenciador de Banco de Dados Microsoft SQL Server 2008 (R2)			Restaura Backup	Documentação do Esquema	SQL DDL/DML	Tempo de Carga para Migração	
	Bases de Dados dos Sistemas de Informações do Município	Tabelas	Views					Tamanho do Arquivo
Esquema 1: Base de Dados do Sistema de Impostos Sobre Serviços do Município (DEISS)	107	31	4.758.735 KB ~(4,8 GB)	30 minutos	20 minutos	-	SGBD PostgreSQL v 9.0 2h 05m	
Esquema 2: Base de Dados do Sistema de Arrecadação do Município (ARCEITIL)	619	1604	57.910.195 KB ~(58 GB)	4 horas	20 minutos	-	SGBD PostgreSQL v 9.0 64h 05m	
Esquema 3: Base de Dados Geográfica do Município (CASCAVEL_ENTREGA)	93	0	28.728.584 KB ~(29 GB)	2 horas	15 minutos	-	SGBD PostgreSQL v 9.0 1h 35m	
Total	819	1635	91.397.514 KB ~(91,4 GB)	6h 30m	55 minutos	-	67h 45m	

Quadro 12-Análise da migração das bases do SGBD PostgreSQL versão 8.4.

HARDWARE	HP 6535b AMD Turion X2 64 bits Dual Core / 2GB Memória RAM / 2 TERA HD						
	Sistema Gerenciador de Banco de Dados PostgreSQL v 8.4)	Restaura Backup	Documentação do Esquema	SQL DDL/DML	Tempo de Carga para Migração		
Prefeitura 2: CANOAS RS Bases de Dados dos Sistemas de Informações do Município	Dados PostgreSQL v 8.4)		Modelo Físico (t ²)	Tempo de Geração (t ³)	Conversão e Carga pgAdmin / (t ⁴)		
	Tabelas	Views	Tamanho do Arquivo	Tempo (t ¹)			
	Esquema 1: bdAdmin	9	0				
	Esquema 2: bdCanoas	51	9				
	Esquema 3: bdCrocon	8	0				
	Esquema 4: bdFloripa	6	1	67.275 KB ~(67 MB)	3 minutos		
	Esquema 5: bdKMIL	1	0				
	Esquema 6: bdPublic	6	1				
Esquema 7: bdSC	4	0					
Total	85	11	67.275 KB ~(67 MB)	3 minutos	2 minutos	-	3 minutos

Quadro 13-Análise da migração das bases no formato DBase III.

HARDWARE HP 6535b AMD Turion X2 64 bits Dual Core / 2GB Memória RAM / 2 TERA HD							
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE	Sistema Gerenciador de Banco de Dados DBASE (DBF)		Restaura Backup	Documentação	SQL DDL/DML	Tempo de Carga para Migração	
	Tabelas (DBF)	Shape files (SHP)					Tamanho do Arquivo (DBF)
Bases de Dados do Sistema de Informações Georreferenciadas - Estatcart	484	484	2.837 arquivos 903.315.995 KB ~ 904 MB	5 minutos	2 minutos	45 minutos	PostgreSQL v 9.0 17 horas
Esquema 1: Estatcart: Base de Informações Municipais do Brasil para 2003	601	601	3.519 arquivos 854.958.080 KB ~ 855 MB	4 minutos	2 minutos	31 minutos	PostgreSQL v 9.0 15 horas
Esquema 2: Estatcart: Base de Informações Municipais do Brasil para 2008	1085	1085	6.356 arquivos 1.758.274.075 KB ~1,76 GB	9 minutos	4 minutos	1 h 26m 2.621.538.549 KB ~2,63 GB	PostgreSQL v 9.0 32 horas
Total							

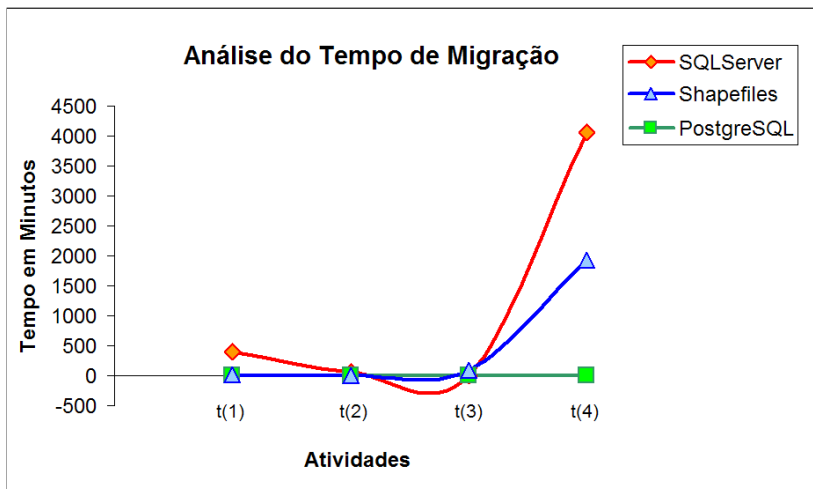
Quadro 14-Análise da migração das bases textuais e DBase III.

HARDWARE		HP 6535b AMD Turion X2 64 bits Dual Core / 2GB Memória RAM / 2 TERA HD					
Prefeitura Municipal de Itajaí SC	Arquivo Texto (Gerado pelo Sistema COBOL)		Restaura Backup	Documentação	SQL DDL/DML	Tempo de Carga para Migração	
	Tabelas	Views	Tamanho do Arquivo	Tempo (t')	Modelo Físico (t'')	Tempo de Geração (t'')	Conversão e Carga (t')
Base de Dados referente ao BIC							
Esquema 1: Boletim de Informações Cadastrais para o ano fiscal 2000	1	-	1 arquivo 7.362.608 bytes ~ 7,4 MB	1 minuto	4 minutos	4 minutos 20.426.752 bytes ~20,4 MB	PostgreSQL v 9.0 4 m
Esquema 2: Dados de Logradouros	1	-	1 arquivo 2.190.080 bytes ~ 2,1 MB	1 minuto	2 minutos	2 minutos 7.250.080 bytes ~ 7,2 MB	PostgreSQL v 9.0 2 m
Base de Dados do IBGE - Censo 2000	Sistema Gerenciador de Banco de Dados DBASE (DBF)			Restaura Backup	Documentação	SQL DDL/DML	Tempo de Carga para Migração
Esquema 3: Dados do IBGE para os setores Censitários	7	-	5 arquivos 2.072.276 bytes ~2,1 MB	2 minutos	4 minutos	4 arquivos 2.098.332 bytes ~2 MB	PostgreSQL v 9.0 1 m
Total	9	-	2 arquivos 11.624.964 bytes ~11,6 MB	2 minutos	10 minutos	10 minutos 52.300.248 bytes ~52,3 MB	PostgreSQL v 9.0 7 m

Após avaliação dos dados apresentados nos quadros 12, 13, 14 e 15, são comparados os tempos para cada atividade implementada no processo de migração. Obtendo-se um resultado claro que auxilia na escolha e adesão ao Sistema Gerenciador de Banco de Dados PostgreSQL, apresentando-se uma solução menos onerosa para o processo de migração de pequeno, médio ou grande porte de dados.

O PostgreSQL também destacou-se pela performance constante durante os experimentos realizados para um repositório de dados centralizado junto ao framework OpenCGFW conforme a figura 50.

Figura 50 – Análise do processo de migração das bases incluindo dados geográficos.



Com a presente reflexão sobre os diferentes experimentos, conforme apresentado nos quadros anteriores, observa-se a importante necessidade de unificar processamentos de migração, tornando mais ágeis e amigáveis os diferentes procedimentos sob plataformas distintas.

Além disso, a formulação de uma base padronizada com dados livres e de domínio público visa fomentar o uso do framework junto aos usuários iniciantes.

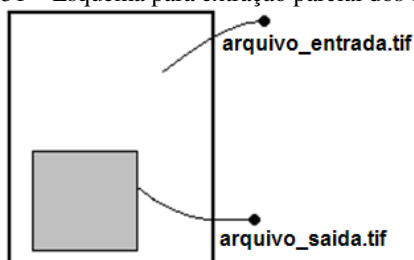
6.4.3.3 Intercâmbio de Dados Espaciais

Para promover o intercâmbio de dados, foram analisados alguns programas de código aberto e livre utilização, sendo que, destaca-se para a manipulação de dados matriciais o projeto GDAL⁶⁴ e para dados vetoriais sua extensão através do projeto OGR⁶⁵, possibilitando a integração com outros softwares que incorporem a execução de programas desenvolvidos por terceiros. Outra característica importante para a utilização da GDAL refere-se a várias combinações que podem ser realizadas no processo de intercâmbio de dados.

Para os dados matriciais foi possível alcançar um número maior de situações no processo de importação e transformação para formatos distintos, permitindo a conversão entre 50 diferentes formatos (50x50) obtendo 2.500 combinações distintas e 38 conversões com a criação e o georreferenciamento dos dados (38x38) obtendo 1444 combinações distintas. A seguir alguns exemplos de comandos para uso das bibliotecas GDAL e OGR junto ao sistema operacional Linux para o intercâmbio de dados são apresentados. A figura 51 ilustra o processo de extração dos dados a partir de uma imagem, onde detalhes sobre os padrões de dados geográficos compatíveis no projeto GDAL/OGR estão no Anexo J.

1	<code># gdal_translate -a_ullr -180 72 -129 50 -projwin -180 72 -129 50 \</code> <code>file_input.tif file_output.tif</code>
---	---

Figura 51 – Esquema para extração parcial dos dados.



⁶⁴ Geospatial Data Abstraction Library. Disponível em: <http://www.gdal.org/>

⁶⁵ Simple Feature Library. Disponível em: <http://www.gdal.org/ogr/index.html>

Comando para transformar do formato TIF para o formato PNG.

1	# gdal_translate -of PNG -c o "WORDFILE=YES" file_input.tif \ file_output.png
---	--

Comando para transformar do formato TIF para o formato PNG.

1	# gdal_translate -of VRT file_input.tif file_output.png
---	---

Comando para transformar e alterar o Sistema de Coordenadas.

1	# gdal_translate -b 1 -b 2 -b 3 file_input.tif file_output_1.tif		
2	# gdalwarp -t_srs '+proj=aea +lat_1=55 +lat_2=65 +lat_0=50 +log_0=-154 +x_0=0 \ +y_0=0 +ellps=clrk66 +datum=NAD27' file_output_1.tif file_output_2.tif		
	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #90ee90;">Dados de entrada para o processo de transformação.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffff99;">Dados de saída após o processo de transformação.</td> </tr> </table>	Dados de entrada para o processo de transformação.	Dados de saída após o processo de transformação.
Dados de entrada para o processo de transformação.			
Dados de saída após o processo de transformação.			

A seguir são apresentados comandos para manipular GeoTIFF, estabelecendo a comunicação de um formato de intercâmbio de base TIFF para imagens raster georreferenciadas voltadas para diferentes aplicações. O GeoTIFF é um padrão de metadados de acesso público o qual permite embutir informações das coordenadas geográficas em um arquivo TIFF. O exemplo a seguir ilustra a transformação do formato JPG para o formato GeoTIFF e vice-versa.

1	# gdal_translate -of GTiff -a_srs EPSG:4326 -co "TILED=YES" -co		
2	"JPEG_QUALITY=100" file_input.jpg file_output_1.tif		
	# gdal_translate -of JPEG -co "WORLDFILE=YES" file_input.tif file_output_1.jpg		
	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #90ee90;">Dados de entrada para o processo de transformação.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffff99;">Dados de saída após o processo de transformação.</td> </tr> </table>	Dados de entrada para o processo de transformação.	Dados de saída após o processo de transformação.
Dados de entrada para o processo de transformação.			
Dados de saída após o processo de transformação.			

Para os dados vetoriais foi possível realizar experimentos com 18 diferentes formatos (18x18) obtendo 324 diferentes combinações de transformação. Sendo que, apenas 12 destas possibilitaram realizar a sua

criação e a inclusão de coordenadas geográficas (12x12) alcançando um total de 144 combinações distintas para dados vetoriais.

É importante destacar que o intercâmbio de dados de um formato para outro deve ser acompanhado devido a existência de inconsistências que podem surgir durante a execução comprometendo o andamento de todo o processo. Para implementação do exemplo é apresentada a relação de comandos para o intercâmbio de dados espaciais no formato “Vetorial”. A seguir é ilustrado o comando para transformar do formato GML para Shapefiles.

```
1 # ogr2ogr -f GML file_output.gml file_input.shp
```

Comando para transformar do formato Shapefiles para GML.

```
1 # ogr2ogr -f "ESRI Shapefile" file_output.shp file_input.gml
```

Comando para acessar SGBD PostgreSQL transformando e exportando os dados para o formato GML.

```
1 # ogr2ogr -f PostgreSQL -a_srs EPSG:4326 "PG:dbname=gis_data
host=localhost" file_input.gml
```

Comando para acessar transformar o formato GML para inserir no SGBD PostgreSQL com a descrição do banco e tabela.

```
1 # ogr2ogr -f GML file_output.gml "PG:dbname=gis_data
host=localhost" tablename
```

Comando para transformar no formato Shapefiles a partir de SGBD PostgreSQL contendo a descrição do banco, tabela e condição para exportar o dados.

```
1 # ogr2ogr -f "ESRI Shapefile" file_output.shp \ -spat -000 00 -000
00 "PG:dbname=gis_data host=localhost" tablename -where "
type='condição' "
```

Comando para exportar para o formato Shapefiles a partir de SGBD PostgreSQL contendo somente a descrição do banco e tabela.

1	# ogr2ogr -f "ESRI Shapefile" file_output.shp \ -spat -000 00 -000 00 "PG:dbname=gis_data host=localhost" tablename"
---	--

Comando para exportar para o formato KML a partir de SGBD PostgreSQL contendo somente a descrição do banco e tabela.

1	# ogr2ogr -f KML file_output.gml "PG:dbname=gis_data host=localhost" tablename
---	--

Comando para alterar somente o sistema de referência do formato Shapefiles a partir do próprio padrão.

1	# ogr2ogr -f "ESRI Shapefile" -t_srs EPSG:2163 file_output.shp file_input.shp
---	---

Também através de programas que acompanham o SGBD PostgreSQL é possível transformar automaticamente dados do formato PostgreSQL para o formato Shapefiles e vice-versa de acordo com os parâmetros. Por outro lado, também surgem situações inerentes ao processo de transformação, tornando a transformação automática um processo lento, impreciso e caótico.

Tendo em muitos casos, a necessitando da intervenção de técnicos e profissionais com conhecimentos específicos sobre outras tecnologias que auxiliam na construção de um ambiente integrado e seguro, a exemplo de políticas de segurança, sistemas operacionais distintos apresentando diferentes requisitos para instalação do SGBD PostgreSQL.

Contudo, a necessidade de integração de dados torna-se indispensável nos sistemas de informações geográficas, principalmente para o Brasil conforme apresentado no capítulo (2.6). Sendo necessário relacionar inúmeras variáveis para melhorar os processos e atividades do dia a dia. Isto ocorre assustadoramente nas instituições públicas, onde se encontram muitos dados geográficos com diferentes características. Porém, com extensa diversidade destaca-se o formato de arquivos com o

padrão “ESRI ShapeFiles”⁶⁶, comumente adotado pelos sistemas de informações geográficas e seus avanços. (YING et. al., 2010)

A exemplo do padrão de dados “ESRI ShapeFiles”, este padrão permite converter os dados em tabelas espaciais utilizando-se do aplicativo (shp2pgsql) que compõem o módulo do PostGIS⁶⁷. Este aplicativo constrói uma estrutura da linguagem SQL proposto por Codd (1970). Sendo posteriormente agregada com elementos espaciais, que permitem o carregamento em uma tabela temporária na base de dados. Uma descrição mais detalhada sobre a linguagem SQL pode ser vista em (LIMA, 2008).

Ainda com relação a transformação e a migração dos dados para o SGBD PostgreSQL, tem-se também outras alternativas através de comandos específicos, a saber:

1	# shp2pgsql -s 4326 -I file_output.shp name_table_pg psql -d name_database
2	# psql 2shp -f name_table.shp name_database name_table

Em particular para o ambiente GNU/Linux pode-se otimizar os comandos anteriores, concatenando-os em apenas uma linha conforme ilustrado a seguir.

1	# shp2pgsql -s 4291 -W "LATIN1" file1_input.shp nametable > file1.sql psql user=postgres -d namedatabase < file1.sql
	Dados de entrada para o processo de transformação.
	Dados de saída após o processo de transformação.

Outra experiência realizada refere-se a possibilidade de transformar dados através do projeto TerraLib⁶⁸, onde foi possível

⁶⁶ ESRI. Environmental Systems Research Institute, Inc. ESRI Shapefile Technical Description: an ESRI white paper—July 1998. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>>.

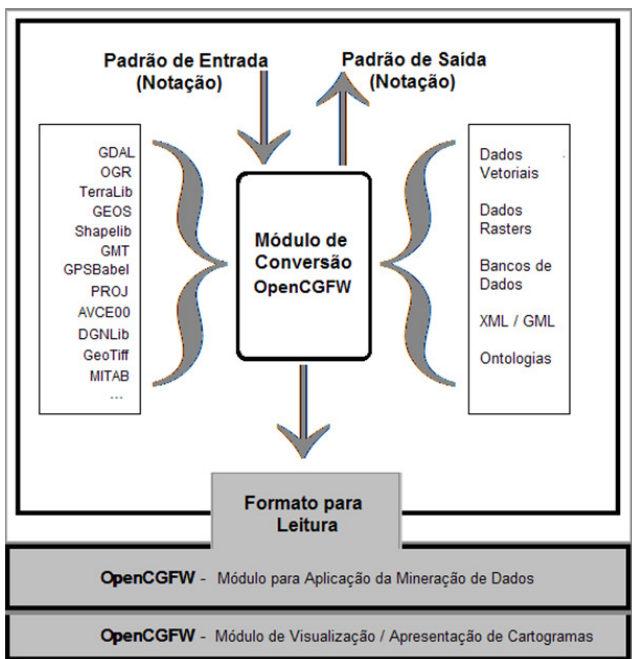
⁶⁷ PostGIS adiciona suporte para objetos geográficos ao banco de dados PostgreSQL. Manual do PostGIS. Disponível em: <http://postgis.refrains.net/download/postgis-1.5.2.pdf>

⁶⁸ TerraLib é um projeto do INPE como uma biblioteca de classes para Sistemas de Informações Geográficas e funções de código aberto disponíveis na Internet. Disponível em: <http://www.terralib.org/>

intercambiar dados através dos softwares TerraView e Spring⁶⁹ ambos desenvolvidos pelo INPE para o SGBD PostgreSQL.

Até o presente levantamento, para o PostgreSQL versão 9.0, encontra-se o aplicativo denominado (shp2pgsql-gui), contendo uma interface que visa auxiliar no processo de conversão e importação de arquivos shapefiles para o SGBD. Porém sua maior desvantagem refere-se a necessidade de seleção individual dos arquivos e requerendo outros procedimentos até efetivamente realizar a transformação para importar os dados geográficos. Após o processamento dos dados de entrada, é necessário especificar o local onde ficarão armazenadas as fontes destes dados (local ou remota). A partir destes parâmetros é possível avançar com a execução das próximas tarefas, conforme na figura 52.

Figura 52 – Esquema para o intercâmbio visando o compartilhamento com os demais módulos do framework OpenCGFW.



⁶⁹ SPRING é um SIG (Sistema de Informações Geográficas) no estado-da-arte com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php>

Embora a sequência de comandos listada anteriormente apresente uma sintaxe específica e até mesmo complexa, para o framework OpenCGFW são implementados recursos que buscam minimizar sua complexidade através de interface gráfica para a execução destes comandos junto ao módulo de intercâmbio de dados.

Também a fim de facilitar a execução destes comandos para conversão dos dados com uma interface amigável para a navegação dos usuários e principalmente para a colaboração através do framework proposto OpenCGFW, inicialmente limita-se os padrões que o framework aborda para que sejam evoluídas as camadas seguintes de acesso, processamento e visualização dos mesmos.

6.4.4 Quarta Etapa – Desenvolvendo a Estrutura do Framework

Nesta etapa é realizado o trabalho de elaboração, codificação e implementação dos requisitos junto ao framework, além da implementação das especificações de interfaces proposto pelo OGC em conjunto com a integração do framework com os demais módulos.

Inicialmente para auxiliar na estruturação de armazenamento dos dados do framework e também proporcionar a parametrização de funcionalidades do ambiente, projeta-se o modelo lógico do banco de dados relacional, visando centralizar os dados específicos do framework quanto dos dados originados em diferentes formatos pelas instituições usuárias.

Para desenvolvimento do protótipo é compatibilizada a modelagem relacional ilustrada no Apêndice-H, para dois diferentes SGBDs disponíveis sob a licença GNU-GPL, o PostgreSQL e também o MySQL⁷⁰. Isso se faz necessário devido a várias funcionalidades já implantadas em ambos os SGBDs e principalmente aos recursos automáticos para o tratamento de dados geoespaciais.

Com o desenvolvimento da modelagem de dados para o protótipo, não se busca criar um único repositório de dados, mas sim,

⁷⁰ MySQL - Sistema Gerenciador de BD Relacional disponível em <http://www.mysql.com/>

um repositório de referência para que outros venham a ser projetados e consequentemente compartilhados através do mesmo framework.

Tal modelo de repositório visa também disponibilizar dados denominados “essenciais” para as instituições públicas no desenvolvimento de qualquer sistema de informações geográficas para determinada região de cobertura, a exemplo de alguns dados originados no levantamento territorial e censitário como também dados do cadastro técnico multifinalitário dos municípios, dentre outros dados que possam ser agrupados e consequentemente compartilhados de maneira colaborativa.

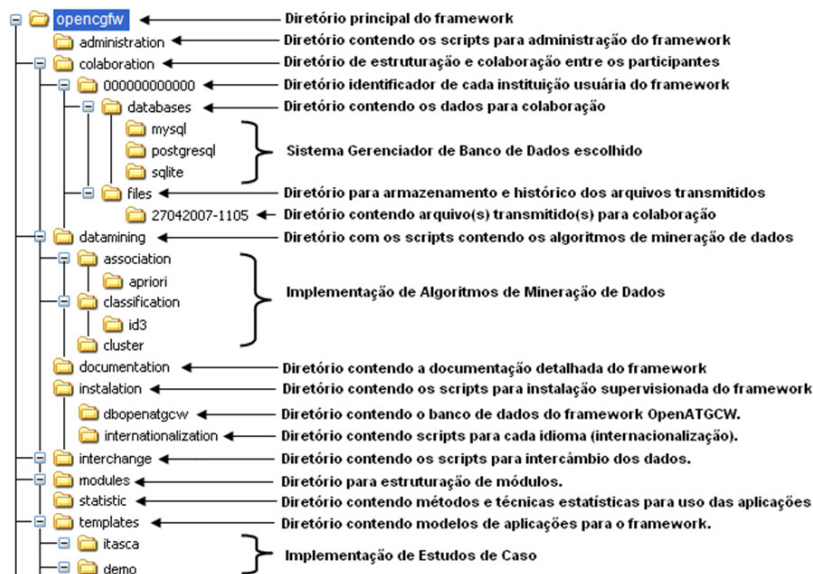
A integração de diferentes dados a exemplo de dados censitários, dados do cadastro técnico urbano, dados das concessionárias de serviços públicos dentre outros, certamente pode possibilitar a composição de diversas variáveis resultando inúmeras análises espaciais, econômicas e ambientais.

Além do SGBD projetado para armazenamento de dados junto ao framework, realizou-se o planejamento inicial da estrutura de diretórios para viabilizar o funcionamento da arquitetura adotada. Uma estrutura de diretórios foi elaborada visando organizar e estruturar os arquivos projetados para funcionamento do framework.

Também é proposta uma estrutura de diretórios de arquivos para armazenar todos os scripts a serem utilizados no funcionamento do ambiente, permitindo organizá-los e facilitando a implementação em diferentes plataformas operacionais, cita-se os sistemas operacionais Linux, Windows, Unix e outros que disponibilizem serviços pela rede internet ou intranet.

A figura 53 apresenta a estrutura de diretórios projetada para o desenvolvimento e funcionamento em um servidor de serviços web, voltado especialmente para o gerenciamento dos arquivos que possibilitem o funcionamento e o acesso ao framework pela rede.

Figura 53 – Estrutura base para os diretórios do framework OpenCGFW.



A nomenclatura adotada na estrutura para o framework é o inglês devido aos problemas operacionais comumente encontrados com a internacionalização dos softwares.

Após as análises realizadas e os resultados obtidos durante a criação do modelo de dados e da estrutura de diretórios para armazenamento dos arquivos do protótipo, detectou-se a necessidade de novas funcionalidades que são discutidas para sua implementação junto ao framework. Tais funcionalidades devem ser denominadas como requisitos, e a partir disso programadas para sua implementação ao longo do ciclo de vida do framework.

Com a implementação do modelo de fluxo de dados já consolidado no projeto do framework CODEIGNITER⁷¹, foi possível adaptar o esquema de funcionamento ao framework OpenCGFW, possibilitando o desenvolvimento conforme a descrição do fluxo de funcionamento para uma aplicação, a seguir:

⁷¹ O modelo do fluxo de dados. http://codeigniter.com/user_guide/overview/appflow.html

- a) o arquivo `index.php` serve como um controlador primário, iniciando os recursos básicos necessários para rodar o framework.
- b) o roteador examina a requisição “http” para determinar o que deve ser feito.
- c) caso exista o arquivo armazenado em “cache”, ele é enviado diretamente ao navegador, pulando as outras etapas de execução.
- d) a segurança é realizada também antes do controlador de aplicação ser carregado, a requisição “http” e qualquer dado submetido pelo usuário é filtrado por segurança.
- e) o controlador carrega o modelo das bibliotecas principais, plugins, assistentes e qualquer outro recurso necessário para processar a requisição específica.
- f) neste momento são carregados os dados e os cartogramas, bem como, são processadas as análises para sua visualização.
- g) a camada de visão finalizada é renderizada e então enviada ao navegador para ser visualizada. Se o “cache” for habilitado, a visão é inicialmente armazenada para que seja servida em requisições futuras.

6.4.4.1 Diagrama de Pacotes - UML

Para melhor compreensão das atividades realizadas na estruturação e construção dos esquemas, foi utilizada a linguagem de marcação unificada, denominada UML⁷² na qual foram adotados os padrões da OMG⁷³, primeiramente com a versão 1.4 e posteriormente migrados todos os diagramas para a versão 2.1 das especificações.

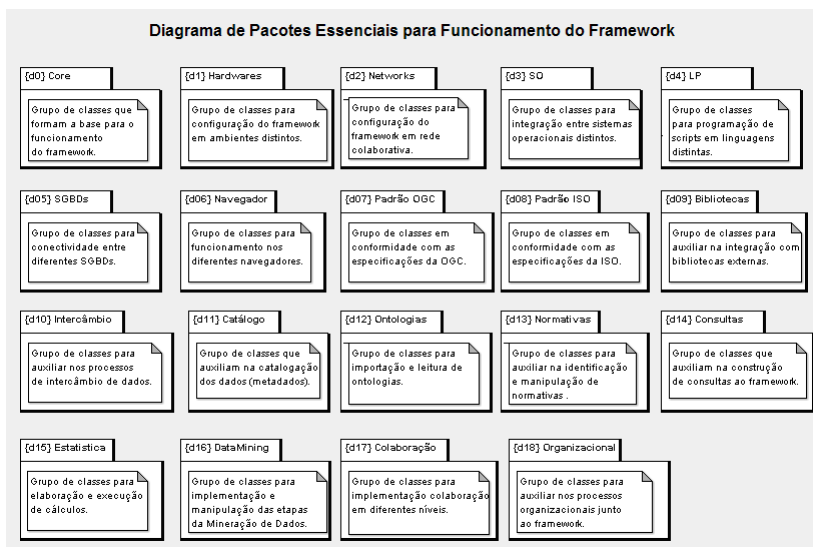
O diagrama de pacotes essenciais descreve a composição da estrutura principal do framework OpenCGFW. Estes pacotes seguem a ordem dos descritores eleitos na primeira etapa, onde são implementadas várias classes para cada um dos 19 pacotes conforme apresentado na

⁷² UML – *Unified Modeling Language* – é uma linguagem bastante precisa e pode ser considerada uma linguagem de modelagem não proprietária de terceira geração. Os objetivos são: especificação, documentação, estruturação para sub-visualização e maior visualização lógica do desenvolvimento completo de um sistema de informação. A UML é um modo de padronizar as formas de modelagem. Disponível em: <http://www.uml.org/>

⁷³ OMG – Object Management Group – Disponível em <http://www.omg.org.br>

figura 54. Destaca-se o pacote de identificação [d0-Core] referente ao núcleo do framework, o mesmo é contemplado com um número maior classes devido ao fato de ser o orquestrador e sincronizador de processos entre os demais.

Figura 54 – Diagrama de pacotes para o núcleo do framework OpenCGFW.



Também foram elaborados pacotes de dados essenciais para funcionamento no framework OpenCGFW sendo apresentados os pacotes com as principais temáticas envolvidas na gestão e no ordenamento territorial. Porém estas temáticas necessitam de maior detalhamento a fim de contemplar características específicas de cada município e que atendam as necessidades básicas.

Todos os mapas devem apresentar configuração geográfica compatível, quanto ao “*datum*” geodésico, sistema de projeção e coordenadas, de forma que possam ser analisadas como planos de informação integralizáveis. Principalmente através do intercâmbio destes planos de informação para sistemas CAD e sistemas de informações geográficas, conforme Liporoni (2003) cita-se:

- ✓ Mapa Geral da Cidade;
- ✓ Mapa de Setor Fiscal (Fins Tributáveis);
- ✓ Mapa de Quadra Fiscal;
- ✓ Mapa de Equipamentos Urbanos e Serviços Públicos:
 - ✓ Mapa de Pavimentação e Drenagem;
 - ✓ Mapa de Sistema Viário, Transporte e Tráfego;
 - ✓ Mapa de Saneamento
 - ✓ Mapa de Limpeza Pública;
 - ✓ Mapa de Iluminação Pública e Energia Elétrica;
 - ✓ Mapa de Equipamentos Comunitários (distinguir os municipais, estaduais e particulares);
- ✓ Mapa de Mapeamento Ambiental;
- ✓ Mapa de Uso do Solo.

Para a composição de uma base de dados geográfica isso se faz necessário para que sejam identificadas antecipadamente as estruturas dos dados, possibilitando a integração e posteriormente a mineração de dados sobre os dados geográficos.

Contudo, a figura 55 ilustra o conjunto de pacotes devidamente elaborados para as temáticas que estabelecem um referencial para a composição da base cartográfica municipal. Essa padronização dentro do framework OpenCGFW visa proporcionar inicialmente 32 pacotes com diferentes estruturas para a formulação base de mapas passíveis de visualização em escalas adequadas, construídas a partir de instituições certificadas do governo para dados atualizados ou históricos.

Figura 55 – Diagrama de pacotes temáticos de composição básica.



Após a contextualização de todos os pacotes, a seguir são apresentados os componentes pertencentes aos mesmos. Cada pacote pode conter um número ilimitado de componentes. Também contendo por sua vez uma ou mais classes que melhor representam os requisitos necessários para o funcionamento em conjunto ou separadamente no respectivo framework. Detalhes sobre cada pacote temático são apresentados no Apêndice I.

6.4.4.2 Diagrama de Componentes - UML

O diagrama de componentes ilustra como as classes se encontram organizadas através dos componentes do framework OpenCGFW permitindo explicitar, para cada componente, qual das classes apresenta relacionamento com as demais.

O diagrama de componentes está amplamente associado a linguagem de programação que será utilizada para desenvolver o sistema modelado. Esse diagrama representa os componentes do sistema quando o mesmo é implementado, tratando especificamente de módulos de código-fonte, bibliotecas, formulários, arquivos de ajuda, módulos executáveis gerando uma fonte rica de conhecimento técnico para determinar como tais componentes estão estruturados e irão interagir para que o sistema funcione de maneira adequada.

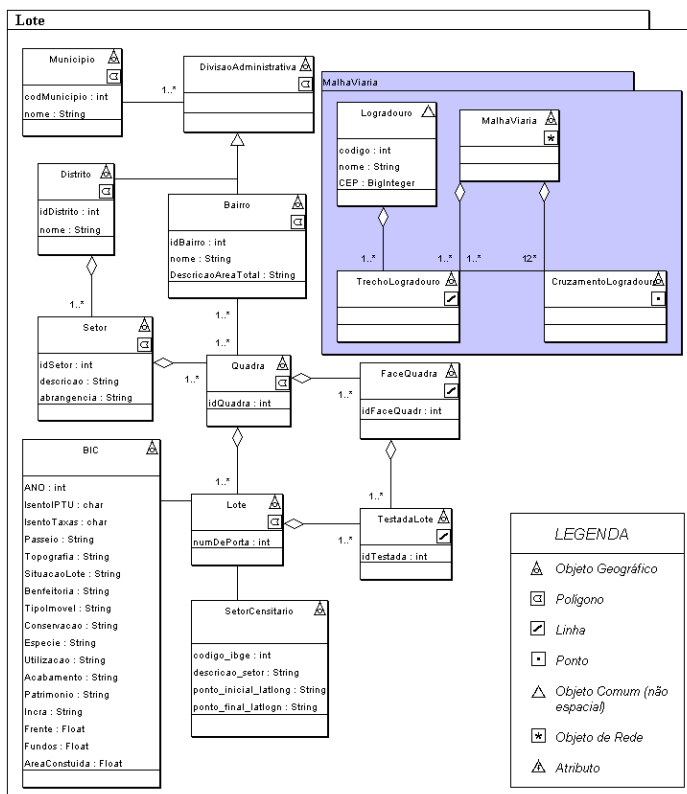
Este diagrama ajuda a identificar e mapear quais as classes relacionam-se entre os pacotes. Através deste diagrama tem-se a noção mais precisa de que relacionamentos irão ocorrer para se resolver os problemas que a solução sistêmica visa resolver. Esta noção de distribuição ajuda então o desenvolvedor a visualizar como itens de software irão resolver problemas específicos. (Apêndice-I)

6.4.4.3 Diagrama de Classes - UML

Seguindo o diagrama de pacotes, o exemplo visa exemplificar especialmente um problema existente na maioria das administrações municipais, ou seja, a necessidade do controle dos loteamentos urbanos visando contemplar as principais características sobre a problemática.

De acordo com os trabalhos de Gonçalves (2008) e Neto (2010), através do framework são proporcionados alguns modelos (*templates*) pré-definidos que podem ser adotados na forma de padrões devidamente normatizados aos diferentes usuários junto as prefeituras municipais. Na figura 56 são ilustradas as classes que estão vinculadas diretamente a temática do loteamento urbano. Estes vínculos possibilitam que prefeituras possam realizar o cruzamento de dados distintos, mas que tenham seu relacionamento garantido através destas classes padronizadas.

Figura 56 – Diagrama de classes padronizadas para o controle das características abordadas na temática do Loteamento Urbano.



Fonte: Adaptada de ArgoCaseGEO⁷⁴(2009).

⁷⁴ ArgoCASEGEO UML é uma ferramenta CASE de código aberto que permite a modelagem de banco de dados geográficos com base no modelo conceitual UML-GeoFrame, utilizado

6.4.5 Quinta Etapa - Módulo de Estatística

Nesta etapa é desenvolvido o módulo estatístico para suportar análises essenciais e exploratórias junto aos dados no framework, bem como aos dados espaciais compartilhados pelos seus usuários.

Neste módulo inicialmente é apresentada a implementação no protótipo de conceitos estatísticos básicos a serem utilizados sobre um ou vários conjuntos de dados. Isso pode ser feito nos processos de análise da população ou amostragens, extraindo a média, moda, mediana, desvio padrão, variância, distribuições dentre outras análises.

O módulo de estatística visa proporcionar análises rápidas, onde o usuário após obter o conjunto de dados pode simplesmente clicar na respectiva fórmula para que o resultado seja mostrado ao lado da mesma. Além disso, percebe-se a necessidade de um ambiente específico para a construção de modelos estatísticos, através da elaboração e aplicação de fórmulas pré-estabelecidas pelo usuário final. Com esta flexibilidade busca-se permitir que sejam avaliadas e adotadas diferentes ferramentas para implementação de inúmeras análises.

Também com a utilização de bibliotecas externas desenvolvidas originalmente para aplicações específicas, pode-se facilitar muito o processo de análise. Mesmo que tenham a necessidade de funções mais completas, ou seja, a exemplo do projeto R⁷⁵ ser um ambiente distinto e pela sua arquitetura desenvolvida na originalmente na linguagem C, C++ e Fortran, permite que seja possível incorporar suas bibliotecas junto a outros aplicativos, e em especial no framework OpenCGFW.

Outro recurso importante para visualizar os resultados obtidos através das análises estatísticas refere-se à representação destas análises através dos gráficos, para isso, encontram-se inúmeros aplicativos que também podem ser incorporados ao framework proposto.

especificamente para Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A ferramenta também suporta aspectos simples de modelagem temporal, bem como possibilita a geração automática de esquemas lógicos de bancos de dados, em formato Shapefile ou TerraLib. Um módulo de Catálogo de Padrões de Análise foi incorporado à ferramenta. Esta ferramenta tem como base o software ArgoUML e está sendo desenvolvida no Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Disponível em: <http://www.dpi.ufv.br/projetos/argocasego/>

⁷⁵ Projeto R – Software Livre para Estatística Computacional - <http://www.r-project.org/>

Também como exemplo cita-se a API – GDCHART⁷⁶, embora também tenha sido desenvolvida na linguagem C sua principal característica é que pode ser absorvida por outras aplicações, na qual são gerados quadros e gráficos nos formatos (.png), (.gif) e formato de (.wbmp). Outra biblioteca que pode ser utilizada é a JpGraph⁷⁷, uma biblioteca de objetos bem documentada e desenvolvida na linguagem PHP, suporta vários tipos de gráficos.

E ao final desta etapa destaca-se a junção de várias tecnologias para gerência de dados geoespaciais concentradas em um único framework de trabalho.

6.4.6 Sexta Etapa - Módulo de Mineração de Dados

Nesta etapa é desenvolvido o módulo de mineração de dados, que visa auxiliar na formulação de análises com maior grau de complexidade em grandes volumes de dados, proporcionando, com o uso das técnicas de mineração de dados, a geração de regras e a composição de cartogramas através de métodos computacionais automáticos ou semiautomáticos. (ex: algoritmos de Associação, Classificação e Agrupamento).

Com o desenvolvimento do módulo de mineração de dados, tem-se como objetivo principal a busca pelo aperfeiçoamento das técnicas de investigação de dados espaciais, bem como reduzir a complexidade de implementação contida nestes processos de análise.

Junto ao protótipo realizou-se uma rápida avaliação do algoritmo de associação APRIORI, do algoritmo de classificação C 4.5. e do algoritmo de agrupamento K-means. Na figura 57 é apresentado o esquema de implementação do algoritmo C4.5 testado para o protótipo OpenCGFW.

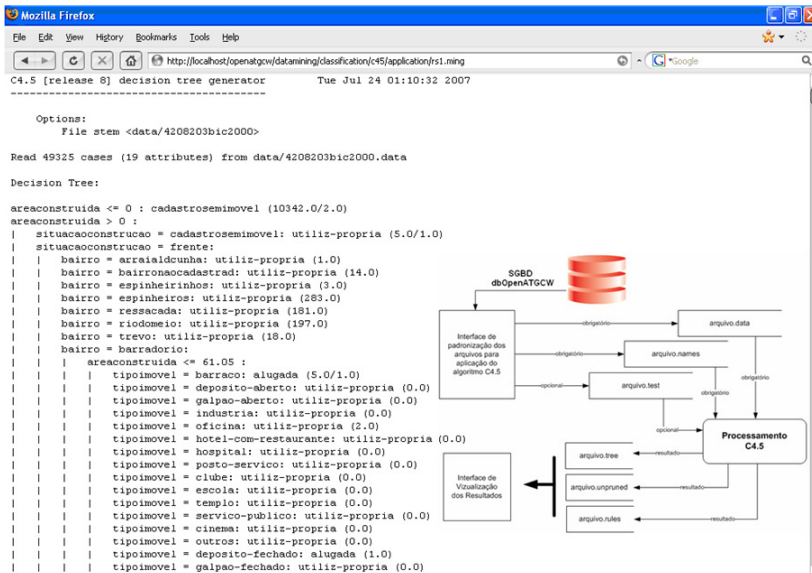
Para o teste realizado não foi preciso fazer a implementação lógica em outra linguagem de programação do algoritmo C4.5 (Release

⁷⁶ Projeto GDCHART (API) - <http://www.fred.net/brv/chart/>

⁷⁷ Projeto JpGraph: Biblioteca em PHP disponível em <http://sourceforge.net/projects/jpgraph/>

8), sendo que, para os testes efetuados, utilizou-se os mesmos arquivos originalmente desenvolvidos na linguagem C e posteriormente compilados. Com isso, importantes cenários sobre o funcionamento do algoritmo adaptado para ser utilizado no ambiente web foram obtidos.

Figura 57 – Esquema inicial de implementação do algoritmo C4.5 para o ambiente web.



Para realizar os testes foi utilizado um microcomputador com as seguintes configurações: processador Sempron 2800Mhz, 1024 de memória RAM e HD com capacidade de 40GB. A implementação do algoritmo foi realizada em dois diferentes ambientes operacionais, sendo o linux na distribuição Mandriva e o windowsXP da Microsoft.

Embora, a forma apresentada por Quinlan (1993), permita a visualização da árvore e também das regras, percebe-se a grande dificuldade de entendimento de muitos técnicos e decisores no momento de construir suas interpretações sobre os resultados obtidos conforme apresentado.

Para resumir a visualização destas árvores e diminuir a acentuada curva de aprendizagem dos usuários, busca-se a partir do processamento do algoritmo C4.5 construir os scripts SQLs (das regras) que permitem neste momento a visualização dos resultados através da representação espacial com os cartogramas, conforme apresentado no módulo de visualização.

Os resultados desses experimentos apresentaram indicadores satisfatórios, viabilizando sua implementação técnica junto ao protótipo.

Para aplicação da mineração de dados em bancos de dados geográficos, têm-se como referência os trabalhos propostos por Bogorny (2006), abordando o uso de ferramentas livres a exemplo da ferramenta WEKA-GDPM.

Esta junção de técnicas é também denominada por vários autores de GeoMining (Mineração de Dados Geoespacial). As técnicas de mineração de dados e especialmente à geração de regras de associação têm como objetivo encontrar novo(s) conhecimento(s), em grandes bases de dados.

Com isso, os algoritmos utilizados para gerar regras de associação, podem ser aplicados sobre os bancos de dados geográficos, tornando a mineração de dados ainda mais propícia para esta importante área de conhecimento.

Com o método de associação, também busca-se detectar a extração de relacionamentos espaciais, a geração de conjuntos frequentes ou a geração das regras de associação em dados compartilhados localmente ou remotamente.

6.4.7 Sétima Etapa - Módulo Configurador de Aplicativos

Nesta etapa é desenvolvido o módulo configurador. Com o mesmo, busca-se auxiliar na criação de novos módulos, adquirindo mecanismos que promovam o desenvolvimento e a implementação de novas aplicações através de uma interface única, permitindo sua parametrização de acordo com as necessidades de cada usuário do framework.

Este módulo tem como objetivo principal avaliar, desenvolver ou implementar mecanismos para internet que facilitem a criação de novas funcionalidades e consequentemente a manipulação do framework OpenCGFW. Para o protótipo proposto adotou-se os mecanismos existentes no CMS Joomla⁷⁸ e a sua arquitetura básica para inicialmente realizar a estruturação de vários outros elementos junto ao framework conforme apresentado na figura 58.

Figura 58 – Módulo Gráfico de Administração do framework.

The screenshot displays the administration interface of the OpenCGFW framework. The main content area shows a list of components with their respective configuration options. The components are listed in a table with columns for ID, Name, Status, and Access Level. The components are:

ID	Nome	Status	Nível de Acesso	Seção	Categoria	Autor	Data	Acessos	ID
1	Screenshot (Telas)	✓	Público	1		Administrador	28.02.11	9	105
2	Instalando PostGIS e M	✓	Público	2		Administrador	06.09.10	3	99
3	Futuro Forum - Diverso	✓	Público	3		Administrador	05.09.10	0	98
4	Prototype	✓	Público	4		Administrador	03.09.10	115	97
5	Procedimentos para I	✓	Público	5		Administrador	19.03.10	4	96
6	Requisitos para instalação	✓	Público	6		Administrador	19.03.10	4	95
7	Licença GNU GPLv3	✓	Público	7		Administrador	18.03.10	8	94
8	Periódicos - CAPES	✓	Público	8		Administrador	01.05.08	2	88
9	Softwares - Geosoluções Livres	✓	Público	9		Administrador	14.04.08	23	85
10	Guia de Instalação do DGED	✓	Público	10		Administrador	14.04.08	2	84
11	Módulo (Intercâmbio)	✓	Público	11		Administrador	09.03.10	0	92
12	Proposta para IFTI em SC	✓	Público	12		Administrador	18.03.08	17	79
13		✓	Público	13		Administrador	03.09.07	27	46

⁷⁸ CMS Joomla – Content Management System disponível em <http://www.joomla.org/>

A partir deste experimento outras funcionalidades serão agregadas ao ambiente utilizando a mesma filosofia de desenvolvimento para a criação de novos módulos, componentes ou plugins.

Além do módulo gerador de novas funcionalidades, busca-se ao longo do seu desenvolvimento e de sua utilização auxiliar os profissionais na identificação de suas necessidades e a medida que forem surgindo esses requisitos, proporcionar que as mesmas sejam implementadas pelo próprio usuário do framework, respeitando a realidade individual de cada usuário ou de cada instituição.

Com esse módulo gerenciador para novas aplicações, busca-se facilitar a criação e a manutenção que auxiliem nos trabalhos de coleta de dados, processamento e acesso aos mecanismos de análise. Ainda através desse módulo são implementadas sub-rotinas para o mecanismo que facilite a catalogação dos dados espaciais para a geração automática de arquivos denominados (.map), que caracterizam principalmente a configuração de um mapa com seus respectivos layers.

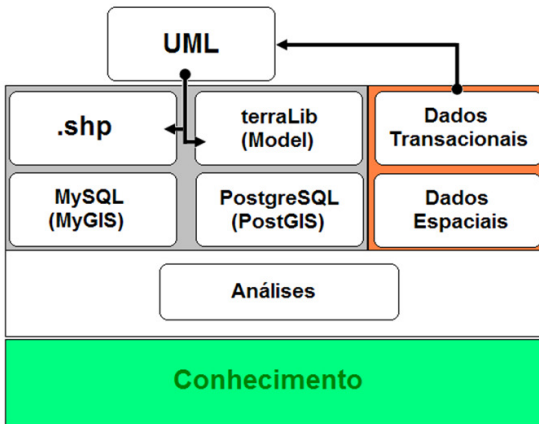
Ainda, um ambiente flexível para o implementação de novas funcionalidades para o framework OpenCGFW se faz necessário devido a grande variedade de ferramentas de desenvolvimento que podem ser integradas ao mesmo. Onde a partir da modelagem de componentes e a geração automática de código pode-se acelerar a implementação deste processo de desenvolvimento.

Dentre as ferramenta de modelagem é destacada a utilização do software livre ArgoUML⁷⁹ e sua derivação para representações de dados geográficos (ArgoCASEGEO v.2.0) citado anteriormente, permitindo agilizar a construção de modelos de classes e também vários outros diagramas UML para gerar automaticamente a estrutura necessária para novas aplicações.

A figura 59 ilustra uma implementação prática para o processo de modelagem dos dados além da sua transformação para uma linguagem computacional. Também são sincronizadas bibliotecas de acesso a dados e sistemas gerenciadores de banco de dados distintos com extensão espacial.

⁷⁹ ArgoUML: Ferramenta de Engenharia de Software de código aberto - Disponível em: <http://argouml.tigris.org/>

Figura 59 – Geração e conversão de (.shp) para UML e vice-versa para auxiliar na integração de sistemas geográficos.



Outras possibilidades são detectadas para transformação de estruturas de dados para o processo de intercâmbio, onde foram realizadas, a exemplo da importação de arquivos gerados pela ferramenta BOUML⁸⁰ automatizando a integração de projetos de software através da linguagem UML, obtendo-se resultados importantes na geração automatizada de códigos para a linguagem PHP.

Contudo, através do processo de exportação dos projetos existentes no software BOUML, são gerados os arquivos de extensão (.XMi)⁸¹ em conformidade com o padrão internacional, esta extensão por sua vez possibilita que novos projetos possam ser incorporados pela ferramenta ARGOUML e vice-versa, aumentando a interoperabilidade entre novos projetos a partir do seu planejamento. Também a partir de códigos existentes, destaca-se especialmente classes geradas para linguagem PHP, foi possível incorporar estes códigos diretamente para o projeto do framework OpenCGFW reutilizando códigos e novas funcionalidades devidamente documentados.

⁸⁰ BOUML: Ferramenta para Engenharia de Software com UML. Disponível em: < <http://bouml.free.fr/> >

⁸¹ XMi: ISO/IEC 19503:2005 Information technology -- XML Metadata Interchange (XMI). Disponível em: < <http://www.omg.org/spec/XMI/ISO/19503/PDF/> >

Ainda para este módulo, busca-se a implementação de funcionalidades para controlar e catalogar metadados geoespaciais, utilizando diagramas conforme recursos existentes no programa mp's⁸² um compilador formal para metadados.

Para que isso ocorra, detecta-se a importância da capacitação constante de profissionais que tenham entendimento e competências para desenvolver soluções tecnológicas utilizando-se do framework OpenCGFW, soluções estas voltadas em especial para as instituições ou para uma necessidade em particular respeitando é claro a filosofia do software livre.

Este módulo será apresentado com mais detalhes na continuidade deste trabalho e ao final através de uma interface particular, serão abordadas as principais características e funcionalidades para sua utilização.

6.4.8 Oitava Etapa - Módulo de Visualização Regras e Cartogramas

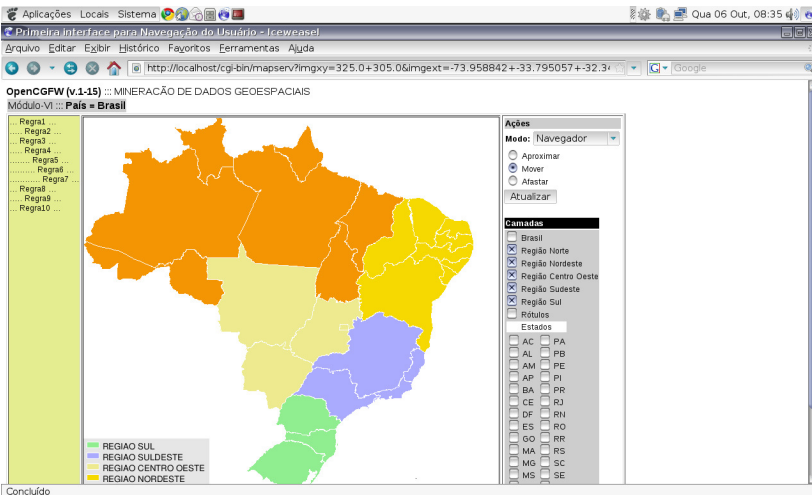
Nesta etapa é desenvolvida a camada de visualização, onde também são desenvolvidas as funções no framework para visualizar os dados disponibilizados pelos diferentes módulos, a exemplo do módulo de mineração de dados através de regras e cartogramas.

Conforme Keim et. al. (2004), o módulo de visualização proposto na elaboração do protótipo possui uma interface simplificada, para que o usuário obtenha na tela acesso aos mecanismos para elaborar sua navegação, formular suas consultas através de filtros, além de optar pelo uso de métodos de mineração na investigação dos dados. Com isso, se evita o acúmulo de dados, a poluição de informação e consequentemente conclusões precipitadas ou sem a fundamentação técnica.

Para o primeiro plano de informação, a figura 60 ilustra a mescla de dados obtidos em diferentes órgãos do setor público, possibilitando o cruzamento de inúmeras variáveis de todo o território brasileiro.

⁸² mp's – Disponível em <http://geology.usgs.gov/tools/metadata/tools/doc/mp.html>

Figura 60 – Módulo de visualização dos resultados com dados agrupados do território brasileiro.

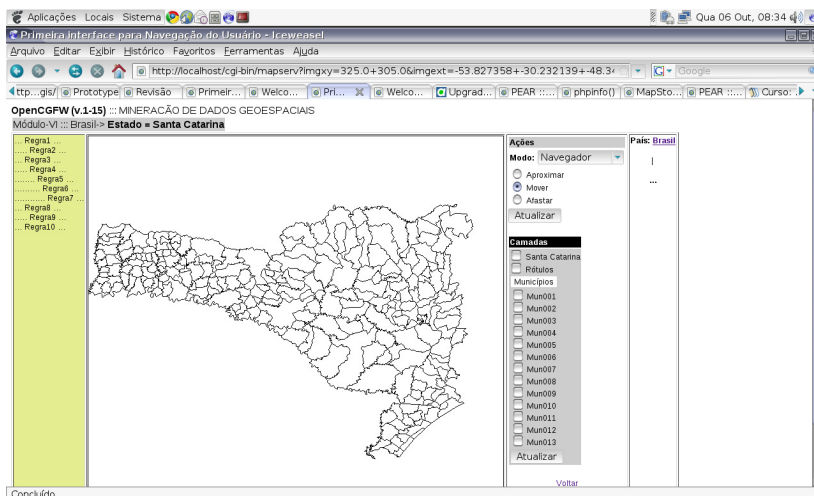


Ainda, com este plano de informação são considerados dois aspectos importantes, o primeiro verifica o tempo dos processamentos computacionais de alta complexidade e o outro visa o monitoramento das limitações físicas de equipamentos para garantir capacidade e robustez, principalmente no lado do servidor do framework.

Dentre as outras formas de visualização de dados, para as consultas realizadas no framework, principalmente aquelas utilizadas no módulo de mineração de dados, a saída escolhida para os resultados foi por meio de regras e a partir delas a visualização individualizada passa a ser através de cartogramas.

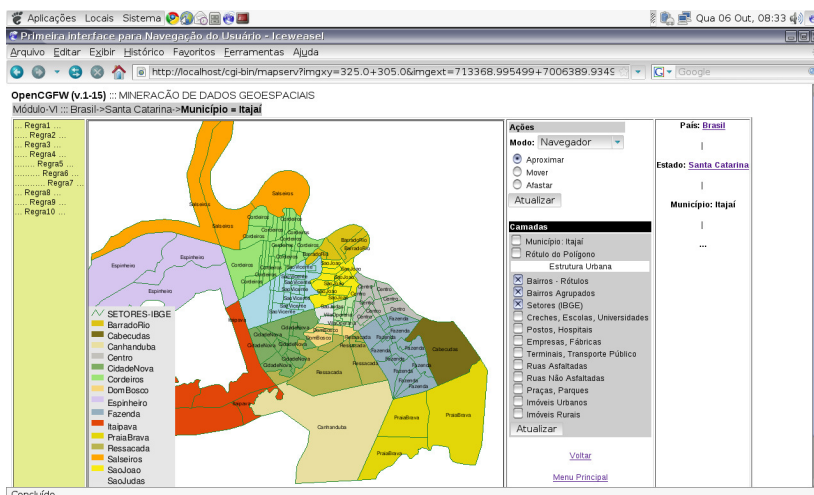
Para o segundo plano de informação também de nível estratégico, as variáveis devem abordar os limites do território de cada estado. Os dados também ficam agrupados tornando os processamentos computacionais de média e alta complexidade. Com isso, auxilia-se na junção de dados oriundos de diferentes projetos e consequentemente nas avaliações espaciais, de forma que obtenha acesso direto aos dados de responsabilidade de cada município e que originaram sua representação espacial conforme a figura 61.

Figura 61 – Visualização de dados agrupados para o território de cada estado.



A figura 62 ilustra o terceiro plano de informação também denominado de nível gerencial e operacional junto ao framework, onde são abordados dados específicos de cada projeto junto ao município em especial, onde por sua vez são tratados dados na base de coleta.

Figura 62 – Visualização de dados agrupados para o município.



Também para o terceiro plano de informação, as variáveis abordam os limites do território do município. Inicialmente os dados são individualizados através de camadas tornando necessária a integração entre diferentes sistemas de informações geográficas, com isso aumentado a interoperabilidade e o controle de subsistemas adotados nas prefeituras. Sendo assim, para auxiliar nas análises o módulo de visualização propõe uma representação espacial através de cartogramas realizando diferentes consultas.

6.4.8.1 Consulta Espacial em Banco de Dados Geográficos

As consultas espaciais realizadas em banco de dados geográficos são definidas em dois tipos: a primeira pode realizar consultas por proximidade e a outra pode realizar consultas por região.

As consulta por proximidade são consultas que buscam um certo tipo de objeto a partir da proximidade a um ponto especificado.

Uma outra forma deste tipo de consulta é conhecida por consulta da maior vizinhança, que consiste em buscar a entidade espacial mais próxima de um determinado ponto. As consultas por regiões são consultas que buscam os objetos contidos (integral ou parcialmente) em uma região espacial especificada. A aplicação dessas consultas são ilustradas no estudo de caso no capítulo 7.

6.4.8.2 Consulta Simultânea

A consulta simultânea visa realizar conexões nas bases que estiverem compartilhadas de maneira colaborativa junto ao framework, através da linguagem de acesso a banco de dados SQL (*Structured Query Language*).

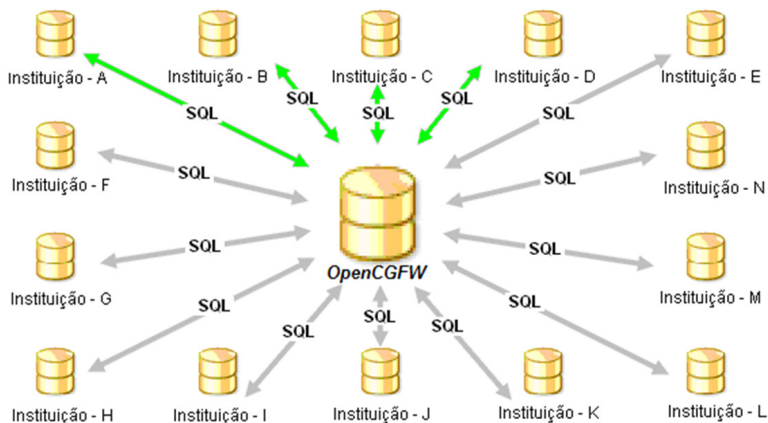
Este processo de colaboração deve seguir alguns requisitos fundamentais, sendo que, é necessário que cada instituição ao utilizar o framework OpenCGFW esteja adequada aos padrões do framework, mas especificamente OGC que permitem o intercâmbio de dados e interoperabilidade entre diferentes sistemas de informações geográficas.

Para realizar a consulta simultânea é necessário que os dados já estejam previamente catalogados e devidamente compatibilizados para utilização do framework.

Com base nesta estruturação a consulta simultânea consiste na formulação do script SQL para ser executado em diferentes fontes de dados, opcionalmente indicadas pelo usuário no momento da pesquisa.

Também a fim de proporcionar a consulta simultânea, o script SQL é replicado para execução na arquitetura de armazenamento, ou seja, em diferentes fontes de dados conforme apresentado na figura 63.

Figura 63 – Arquitetura de armazenamento e consultas em Bancos de Dados.

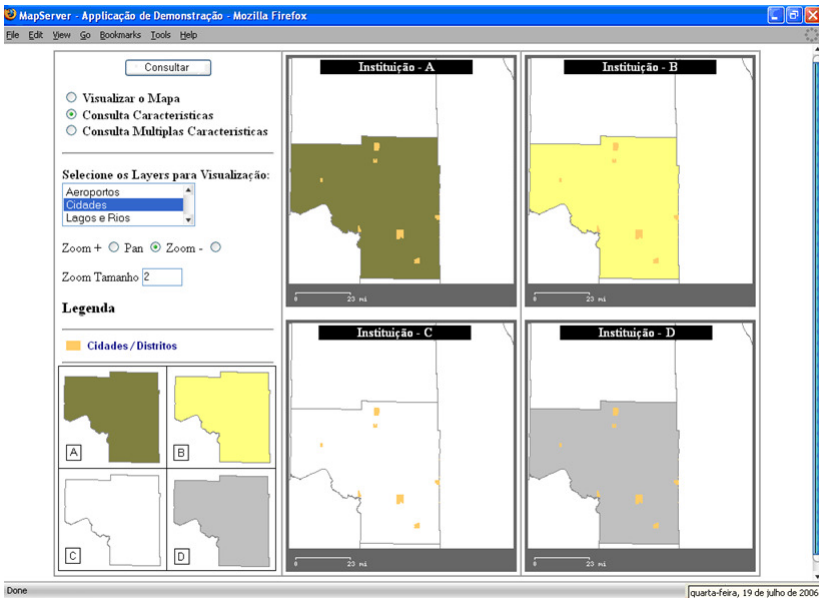


Para testar a aplicabilidade da estrutura de funcionamento da consulta simultânea, é realizada uma consulta em diferentes fontes de dados armazenadas nas instituições A, B, C e D conforme a figura 64.

Através do software livre MapServer e a utilização da linguagem de programação PHP foi possível realizar chamadas dentro do framework OpenCGFW para simulação e utilização do padrão vetorial de dados shapefile em conjunto com o banco de dados Dbase ((.shp)+(.dbf)), permitindo utilizar junto ao protótipo a interface padrão distribuída com o próprio MapServer.

O protótipo neste momento não foi desenvolvido para apresentar uma boa interface, mas sim, para comprovar a aplicabilidade do mecanismo desenvolvido aonde é possível realizar consultas em diferentes fontes de dados simultaneamente.

Figura 64 – Tela do primeiro esquema de consulta simultânea.

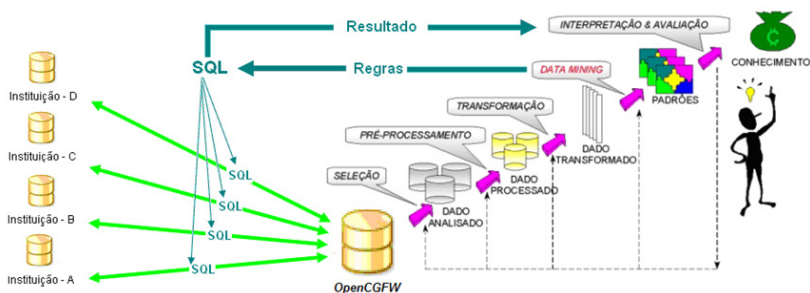


Outra importante característica do protótipo são as rotinas para os módulos de estatística e mineração de dados, que proporcionam ao usuário final recursos para construir consultas e aplicar técnicas avançadas.

Estes procedimentos acabam originando a troca de conhecimentos entre duas áreas importantes: a Estatística e a Mineração de Dados, conforme discutidas no capítulo 5. Com o uso destes procedimentos, busca-se encontrar informações até então ocultas em diferentes bases compartilhadas.

A figura 65 apresenta o esquema da execução de uma consulta simultânea utilizando também o algoritmo de geração de regras para realizar a pesquisa em bancos de dados distribuídos.

Figura 65 – Esquema para gerar o SQL a partir das regras.



Fonte: Adaptada de Fayyad (1996).

A utilização do framework para aplicar a mineração espacial e consequentemente gerar regras de associação em bancos de dados geográficos, visa proporcionar mais uma importante ferramenta para os decisores. Além disso, prioriza agilidade no trabalho de colaboração, na pesquisa em busca de conhecimento e ações conjuntas.

6.4.9 Nona Etapa - Módulo de Gerenciamento do Framework

Nesta última etapa são desenvolvidos os mecanismos que auxiliam no monitoramento das atividades de desenvolvimento do framework, além do seu desempenho ao longo do tempo e de sua utilização.

Também são desenvolvidos mecanismos para realizar a documentação detalhada de todas as funcionalidades implementadas no framework. Além disso, com este módulo busca-se construir através da metodologia MCDA-C recursos para o gerenciamento do framework, permitindo administrar todas as atividades junto ao ciclo de vida do framework.

O desenvolvimento de uma interface específica para web, propõe mecanismos colaborativos para auxiliar os gestores na identificação e na avaliação de cada elemento requisitado, desde a origem até a situação atual, conforme apresentado na figura 66.

Figura 66 – Módulo de acompanhamento das atividades para cada etapa.

The screenshot displays the OpenIGCFW web application interface. At the top, a banner reads "OpenIGCFW - Geospatial Integration Collaborative Framework Web v.1.5-1503". Below the banner, the main content area is titled "Painel Principal de Estruturação do Framework" and contains a table with the following data:

Descrição da etapa	Módulo	Administração
Etapa 1 - Módulo de Análise de Ferramentas	Aguardando - MCDA-C	-
Etapa 2 - Módulo de Avaliação e Construção do Modelo	Aguardando - MCDA-C	-
Etapa 3 - Módulo de Colaboração de Dados	Opção 1 ->> phpcollab-2.5	-
	Opção 2 ->> SimpleGroupware-0.321	- Admin
	Opção 3 ->> phpgroupware	- Admin
	Opção 4 ->> wcm2	- Admin
	Opção 5 ->> Biblioteca	- Admin
	Opção 6 ->> eGroupware	- Admin
	Fórum - phpBB (3.0)	- Admin
	** Console de Acesso ao Painel	-
Etapa 3.1 - Catalogação e Compartilhamento	Opção 1 ->> Aguardando. Opção 2 ->> GeotNetwork	- Admin
Etapa 3.2 - Coleta dos Requisitos	Opção 1 ->> Aguardando. Opção 2 ->> AgileTrack	-
Etapa 4 - Módulo Principal do Framework	Aguardando	-
Etapa 5 - Módulo de Análise Estatísticas	Opção 1 Opção 2 - Sistema B	-
Etapa 6 - Módulo de Mineração de Dados	Associação. Classificação C4.5 - Windows - Linux. Classificação ID3 - Windows - Linux. Agrupamento	-
Etapa 7 - Módulo de Gerenciamento e Avaliação do Framework OpenATGCV	Aguardando	-
Etapa 8 - Módulo Gerador de novas aplicações do Framework	MapStorer-09 (MySQL) MapStorer-09 (PostgreSQL) MapLab-2.2.1 (MySQL)	-
Etapa 9 - Módulo de Processamento e Visualização de Resultados	10_Case Adaptive MapServer. 20_ITASCA. 30_Workshop v5.0. 40_Workshop v5.4 [2010/07/01] 50_Sample_OpenIGCFW [2010/08/19] (PDF v. 5.4) 60_OpenIGCFW [03/09/2010]: País(Brasil) 70_OpenIGCFW [03/09/2010]: Estado(SC) 80_OpenIGCFW [03/09/2010]: Município(Pajão) 90_Integração.com Mapserver - IGEO 100_pMapper 4.0	-

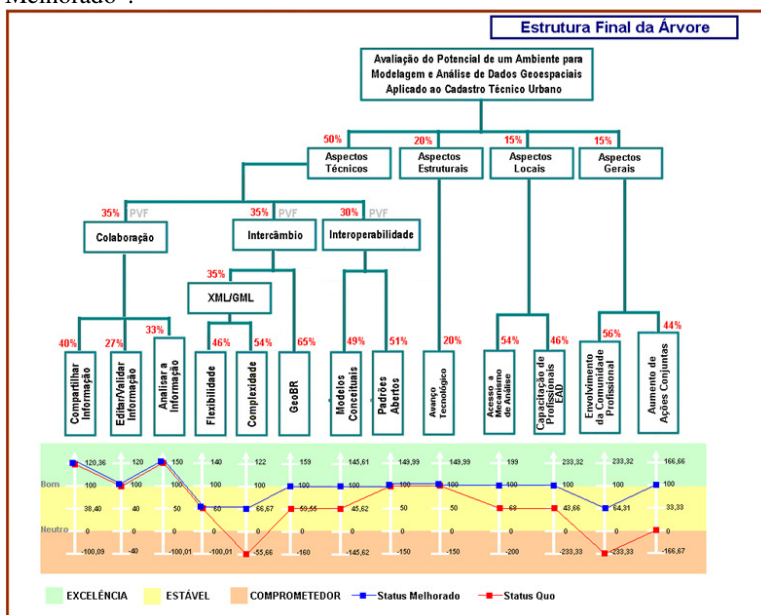
The interface also includes a left sidebar with navigation menus for "Principal", "Projeto", "Pesquisas Colaborativas", "Comunicação", "Recomenda-se" (featuring Firefox 3), and "Login". A right sidebar contains a "Calendário" for September 2011, "Visualizações" (Today: 6, Yesterday: 0, etc.), and "Normas" (Licença GNU GPLv3, etc.). The footer indicates "OpenIGCFW - Geospatial Integration Collaborative Framework Web v.1.5-1503, Developer: AFDM - email: afdmoraes@gmail.com" and "valid xhtml valid css".

A interface web visa otimizar o desenvolvimento e a execução do framework em um curto espaço de tempo, proporcionando aos administradores do framework acompanhamento das funcionalidades implementadas através de relatórios, gráficos, conteúdos publicados e código fonte. Também busca-se preparar todo o ambiente de forma que obtenha acesso a qualquer hora do dia ou da noite, ou seja, que o ambiente fique disponível aos usuários do framework em período integral, ou seja, 24x7.

6.5 CONSIDERAÇÕES

Através desta árvore é possível visualizar que elemento está necessitando de ações prioritárias e a partir desta avaliação planejar quais atividades devem ser realizadas para elevar o status de cada ponto elementar. A figura 67 ilustra uma árvore de avaliação do potencial de um novo ambiente voltado ao cadastro técnico urbano, onde a árvore com o perfil de impacto de cada ponto de vista elementar, anteriormente detectado como essencial, é mostrado.

Figura 67 – Árvore com perfil de impacto do “Status Quo” X “Status Melhorado”.



7 ESTUDO DE CASO - Detectando Padrões para Objetos Espaciais CAD/GIS

O estudo de caso apresenta a síntese de vários experimentos realizados para avaliar a implementação dos módulos junto ao framework OpenCGFW, visando principalmente a manipulação de dados espaciais para a área territorial do município de Itajaí, no Estado de Santa Catarina – Brasil.

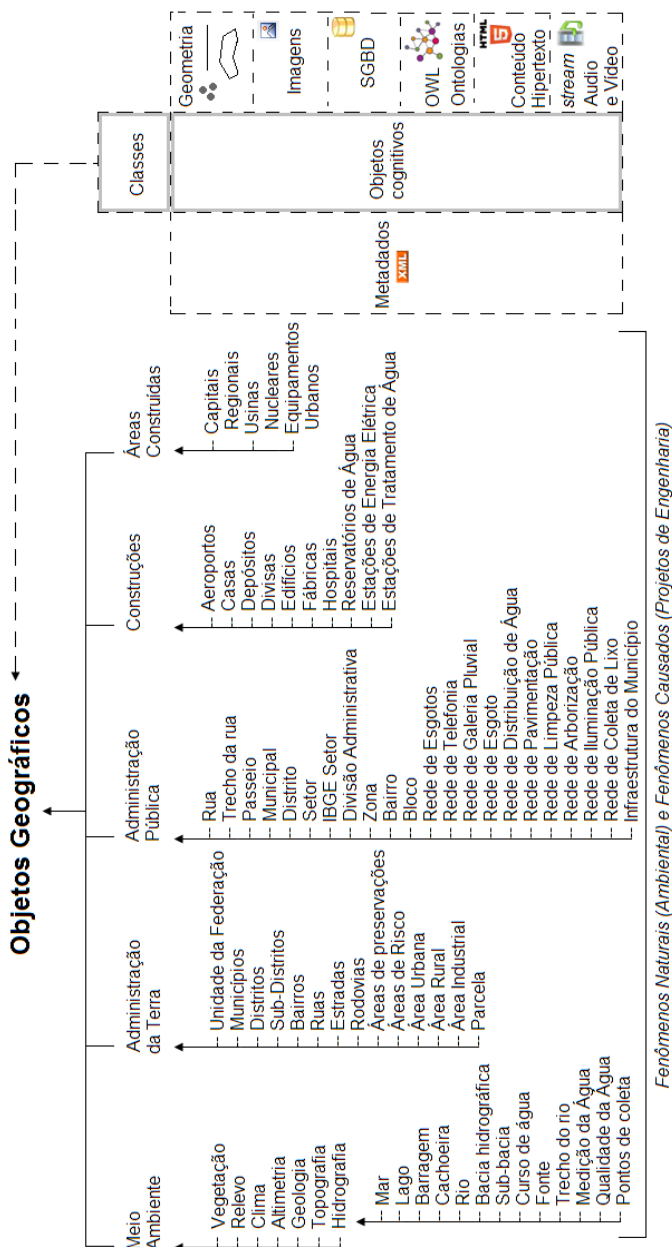
Os dados foram obtidos através de fontes distintas submetidas a atualizações periódicas. No Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009), foram obtidos os dados censitários, disponibilizados livremente no formato SHP. Na Prefeitura Municipal de Itajaí (2010), foram obtidos através do Cadastro Técnico Urbano (CTU) dados específicos, sendo: (Conservação, Isento-iptu, Isento-taxas, Passeio, Situação-lote, Benfeitoria, Tipo-imóvel, Situação-construção, Espécie, Utilização, Acabamento, Patrimônio, Incra, Frente, Fundos, Área-construída, Topografia e Bairro).

Para os dados parciais do mapeamento de áreas rurais, a exemplo da topografia, hidrografia, elevação foram obtidos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI, 2010). Através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2010), foram obtidas imagens de satélite para acompanhamento de fenômenos naturais e sua temporalidade.

Por último, foram obtidos do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010), dados da engenharia ambiental, ex. vegetação e matas nativas. Após a identificação da área observada no estudo de caso, foi realizado o levantamento sobre os metadados das principais temáticas conforme ilustrado na figura 68. A partir do recebimento dos dados, foram realizados os procedimentos para catalogação junto ao framework.

Com a identificação da área a ser utilizada para implementação do estudo de caso, foi detectada a necessidade de obter os detalhes sobre a origem dos dados coletados, ou seja, os metadados, extremamente importantes para as etapas seguintes do processamento.

Figura 68: Contextualização das temáticas em níveis de granularidade.



Após o cadastramento das respectivas instituições e, também, a catalogação de suas bases, alguns dados foram submetidos ao processo de limpeza e transformação para uma notação específica, possibilitando a interpretação. Seguindo as atividades que tratam da aproximação com a interoperabilidade de dados geográficos entre padrões distintos, foram realizadas atividades de coleta, armazenamento e verificação, até a conversão final para integração.

A verificação agregou vários sub processos que auxiliaram na limpeza e transformação adotando padrões de intercâmbio com a utilização das bibliotecas GDAL e TerraLib. Durante esses processos de migração, ficou constatada a presença de objetos sem definição ou documentação sobre a estrutura, o que dificultou o processamento devido à necessidade de tratamento diferenciado.

A partir disso, essas representações sem declaração receberam tratamento como objetos cognitivos, acarretando na intervenção de analista externo para adequar sua implementação. Após adequação, os experimentos possibilitaram entender melhor tais problemáticas frequentemente encontradas na integração, colaboração e interoperabilidade entre os dados. A seguir são apresentadas duas avaliações que possibilitaram a codificação de rotinas específicas e otimizadas para esta etapa de integração junto ao framework.

Na primeira avaliação foram analisados aspectos entre diferentes fontes para a integração com o sistema de informações geográficas (S1) do IBGE/Estatcart, possibilitando o cruzamento de dados estatísticos desse sistema com as demais fontes junto ao framework (f) OpenCGFW.

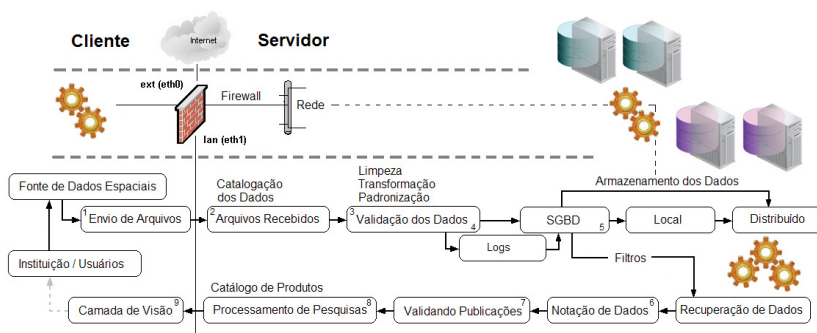
Na segunda avaliação, foram realizadas as atividades de recuperação, conversão e a importação dos conjuntos de dados do esquema referente ao boletim de informações cadastrais (S2) de Itajaí/BIC, tornando possível a intersecção dos dados espaciais, em que: $(fn) \leftarrow (S1) \cap (S2)$. Ainda após a união dos dados (d1) da EPAGRI com os dados (d2) do MMA e com a união dos dados (d3) do INPE, foi possível a geração da função $(fn) \leftarrow \{ (d1) \cup (d2) \cup (d3) \}$.

7.1 PROVENDO A INTEROPERABILIDADE

Após a identificação das fontes provedoras dos dados, ocorreu a transferência para o servidor, mas, para identificação do processamento dos dados de entrada, foram necessários os metadados para especificar as características de um ou mais conjuntos de dados, além do seu armazenamento.

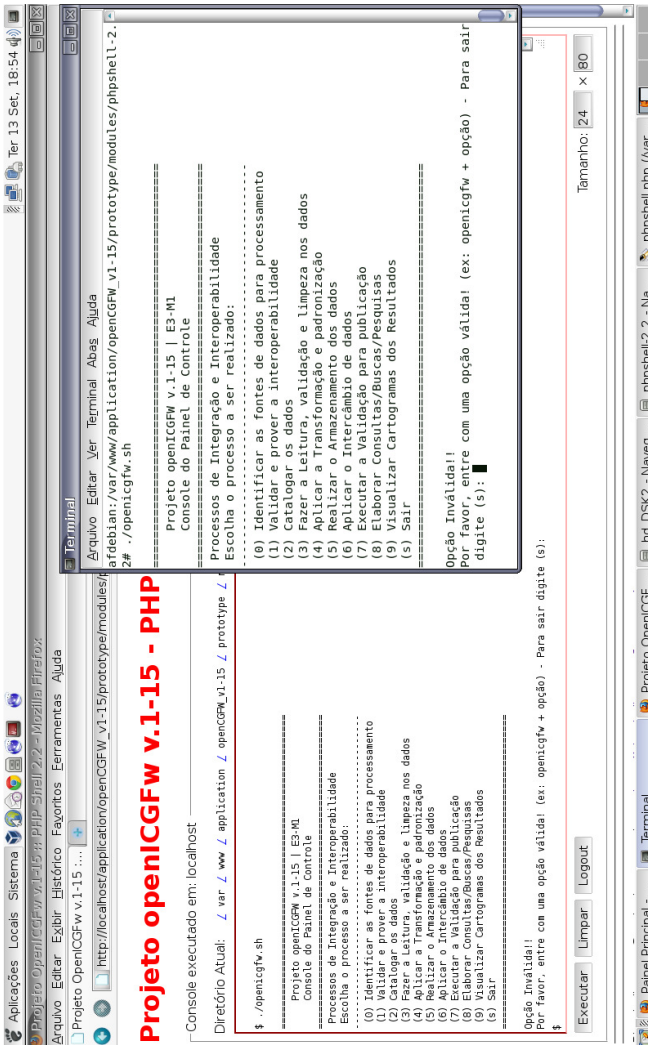
Para isso, foi elaborado um esquema relacional para armazenar e centralizar as características de cada conjunto de dados conforme apresentado no Apêndice H. A partir desse diagnóstico foi possível avançar o processamento, conforme ilustrado na figura 69.

Figura 69: Aproximação dos processos para interoperabilidade dos dados geográficos através do framework.



Para o estudo de caso a operacionalização dos processos de integração de dados foi realizada através de interface web simulando um console de comandos para orientação de forma simplificada, proporcionando inicialmente um painel de interação com o usuário, conforme mostrado na figura 70.

Figura 70: Painel de controle para interação com os processos de interoperabilidade entre os dados.



A partir disso foram implementadas sub-rotinas que realizaram processos otimizados devido a limitação de hardware. Para isso, algumas situações com maior complexidade no lado do servidor foram

restritas através de prioridades a exemplo dos processos (1,2,3,4 e 5), permitindo que os processos (6,7,8 e 9) pudessem novamente ser executados. Vale destacar que a ordem de execução das etapas apresentadas anteriormente foi fundamental para o aperfeiçoamento do módulo de mineração de dados junto ao framework.

7.2 IMPLEMENTANDO A MINERAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS

Após a execução dos processos de seleção dos conjuntos de dados para consulta às bases locais e distribuídas, foram filtrados os atributos que apresentaram alguma irregularidade ou falta de documentação para detectar sua estrutura original para o presente experimento.

A partir desta fase de implementação do estudo de caso, foram destacados os dados em formato vetorial para o experimento da hipótese, permitindo obter informações preliminares das bases de dados para aplicação de um modelo estatístico que possibilitou a visualização sintetizada dos dados através de campos sumarizados.

Porém, esse procedimento é mais representativo para atributos com valores quantitativos, pois, além de fornecer informações sobre esses atributos, possibilita agir sobre os registros detectados com valores nulos ou incompletos. Por outro lado, para os registros que não apresentaram valores pela falta de preenchimento, optou-se por não considerá-los para análise estatística, visto tal decisão não apresentar prejuízos ao processo de análise em questão.

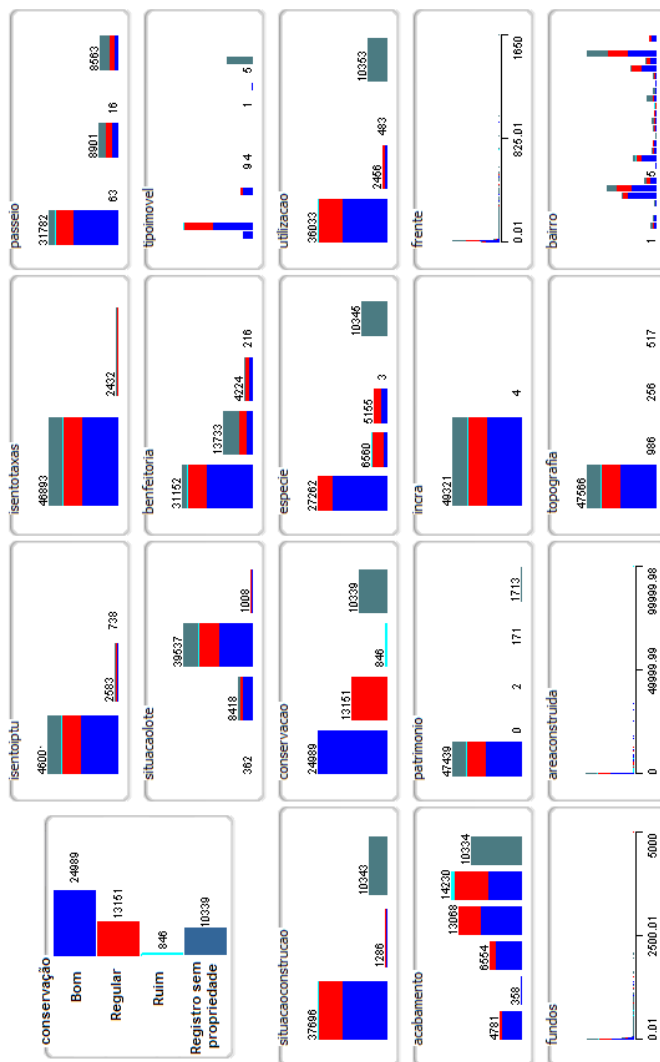
No quadro 15 são ilustrados os principais atributos selecionados após os processos anteriores, gerando um conjunto apropriado para leitura e execução dos algoritmos de mineração de dados. Antes de iniciar a execução do algoritmo de mineração, conforme Fayyad (1996) no capítulo 5, foram acrescentados procedimentos que auxiliaram na otimização de rotinas junto ao framework OpenCGFW. Estas otimizações referem-se principalmente a técnica adotada para transferência e armazenamento dos dados, além da execução do algoritmo sobre estes dados, seja na máquina local do usuário ou no servidor. Essas otimizações permitiram integrar processos de software e agilizar na interpretação para avaliação dos resultados.

Quadro 15 – Relação de atributos após intercâmbio com o sistema cadastral do município para o processo de mineração de dados.

Descrição	Tipo	Valores
Bairro	Texto	{arraialdcunha, bairronaocadastrad, barradorio, cabecudas, canhanduba, carvalho, centro, cordeiros, dombosco, espinheirinhos, espinheiros, fazenda, fazendinha, fiuzalima, imarui, itaipava, murta, novabrasilia, nsasradasgracas, praiabrava, ressacada, ri domeio, salseiros, saojoa, saojudas, saovicente, trevo, vilaoperaria}
Isento de IPTU	Texto	{nao, sim, recadastramento}
Isento de Taxas	Texto	{nao, sim}
Passeio		{cimento, ceramica, terra, pedra, outros}
Topografia	Texto	{aonivel, acimanivel, abaixonivel, alagado}
Situação do Lote	Texto	{encravado, esquina, meioquadra, beco}
Benfeitoria	Texto	{normal, smuro-spasseio, sempasseio, semmuro}
Tipo do Imóvel	Texto	{apto, casa, barraco, deposito-aberto, galpao-aberto, comercio, industria, oficina, hotel-com-restaurante, hospital, posto-servico, clube, escola, templo, servico-publico, cinema, outros, deposito-fechado, galpao-fechado, especiais, cadastrosemimovel, restaurante-ou-bar, hotel-sem-restaurante}
Situação da Construção	Texto	{frente, fundos, cadastrosemimovel}
Conservação	Texto	{bom, regular, mau, cadastrosemimovel}
Espécie	Texto	{alvenaria, madeira, mista, barraco, cadastrosemimovel}
Utilização	Texto	{utiliz-propria, alugada, fechada, cadastrosemimovel}
Acabamento		{bom, luxo, normal, comum, popular, cadastrosemimovel}
Patrimônio	Texto	{particular, condominio, func-prefeitura, isento-iptu, isento-iptu+tx}
Incra	Texto	{nao, sim}
Frente	Número	Valores positivos, inteiros e decimais.
Fundos	Número	Valores positivos, inteiros e decimais.
Área Construída	Número	Valores positivos, inteiros e decimais.

Ainda com relação aos dados, a figura 71 apresenta os atributos gerados após a interseção de conjuntos de dados, também são inseridos atributos extraídos exclusivamente do sistema de cadastro urbano contendo a seguinte distribuição após o processo de integração.

Figura 71: Distribuição dos dados referente às temáticas: Administração da Terra e Construções



Para o experimento $(fn) \leftarrow (S1) \cap (S2)$, foram selecionados todos os registros de $(S1)$ sem perda ou descarte de dados. Para $(S2)$, foram selecionados 49.413 registros de integrantes da base de dados original, acontecendo o descarte de 87 registros com valores nulos e que não atenderam às especificações, resultando num total de 49.325 registros. O ponto forte deste experimento foi detectar conhecimento até então desconhecido, avaliando o estado de conservação dos imóveis urbanos e rurais no município $(S2)$ através dos dados apresentados. Após o processo de implementação da mineração de dados sobre $(S1) \cap (S2)$, obteve-se a geração das regras.

Adotando-se a técnica de classificação, foram realizadas modificações no código fonte do algoritmo (C 4.5), sendo possível adequar sua execução no servidor e visualizá-lo diretamente no navegador web (browser). O experimento possibilitou criar uma derivação do C4.5 para a web, dando origem ao novo algoritmo inicialmente denominado OWC4.5-2010 (*open web classification*), visando à construção da árvore de decisão através de estruturas dinâmicas.

Após aplicação do algoritmo de classificação OWC4.5-2010 novos resultados foram alcançados devido ao cruzamento de conjuntos de dados distintos, permitindo visualizar novos cenários a partir de regras extraídas. Obtendo-se um conjunto de regras que proporcionaram a construção de um cenário evolutivo para a gestão do cadastro multifinalitário. Com a extração das regras, foi possível a representação cartográfica através da seguinte combinação, a exemplo:

1	se d1.pref_area_construida > 0 então
2	se d1.pref_especie_imovel = alvenaria então
3	se d1.pref_frente_imovel <= 2.48 então
4	se d1.pref_tipo_imovel = galpao_fechado então
5	d1.pref_estado_conservação = regular
6	d2.ibge_setorcensitario = d1.setorcensitario
7	d2.ibge_coordenadas = d3.epagri_coordenadas
8	d3.epagri_coordenadas = d4.mma_coordenadas
9	d4.mma_coordenadas = d5.inpe_coordenadas

A interpretação sintetizada destas regras é apresentada na camada de visualização da informação, onde são ilustradas como as consultas são realizadas.

7.3 PROCESSANDO ESTRUTURAS

A vantagem de utilizar um mecanismo para integrar diferentes fontes de dados sem dúvida alguma é otimizar significativamente o tempo destinado por seus usuários na elaboração e execução das pesquisas em busca de informações precisas. Para isso, no framework OpenCGFW foram elaborados recursos que permitem a passagem de parâmetros para o processamento em diferentes fontes de dados, a exemplo da origem das fontes para a preparação dos dados, o algoritmo adotado para a tarefa de mineração de dados, além de parâmetros para personalizar a saída e auxiliar na interpretação.

Antes da visualização dos resultados, vários procedimentos são disparados após a execução da consulta junto ao repositório de dados do framework, ocorrendo paralelamente a transformação de diferentes dados. É destacada, também, a capacidade do processamento de consultas junto ao framework OpenCGFW sobre um conjunto de metadados, estendendo o processo a outras fontes e retornando os projetos existentes para representar a dimensão espacial solicitada.

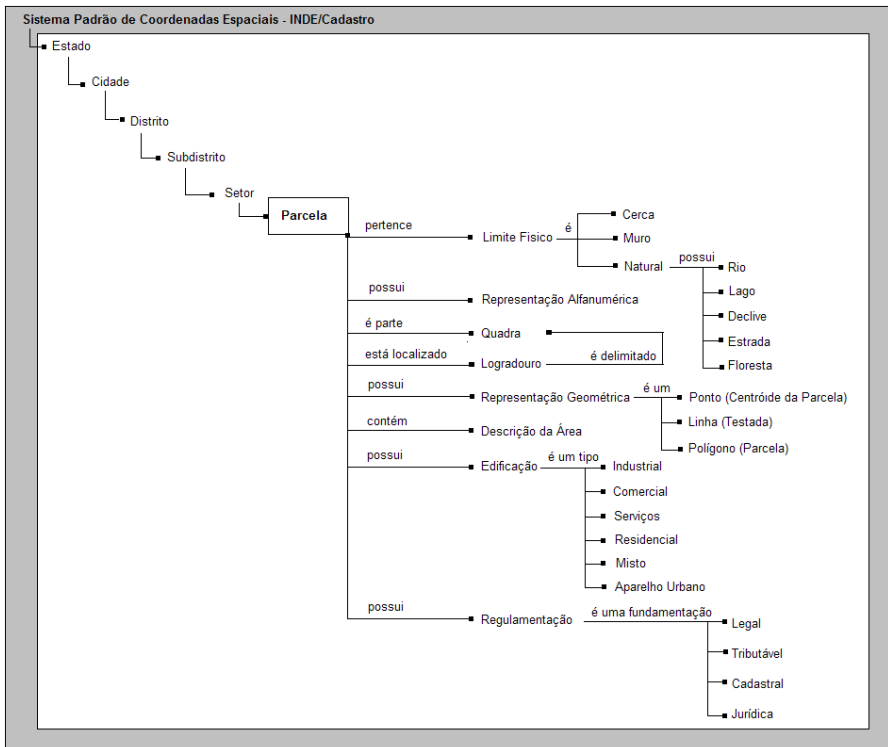
Por outro lado, destacam-se também as dimensões contidas em diferentes formatos de dados, a exemplo das extensões (.shp), (.pdf), (.tiff) e (.dwg). Outro algoritmo foi elaborado para automatizar os processos de mineração de dados espaciais, encapsulando sub-rotinas para automatizar todas as tarefas desde a recuperação, preparação e execução de varreduras. Ainda no exemplo, não são utilizados dados remotos que são tratados na camada do servidor, retornando o resultado da busca, do processamento e resultado final da mineração sobre dados distribuídos.

Para o estudo de caso foram elaboradas atividades viabilizando a implementação de padrões web semânticos para manipulação de dados espaciais na internet conforme especificações (W3C, 2010). Para ilustrar é apresentado o esquema da geosemântica com dados do cadastro técnico urbano, para processamento específico junto ao framework, onde são destacados dois aspectos. O primeiro aspecto refere-se a análise sintática e o segundo têm relação com a análise semântica.

Com relação aos argumentos sintáticos são abordados nas implementações de XML conforme especificações (W3C, 2008), visando principalmente uma notação adequada para o framework.

Também são implementadas especificações para suporte ao WSDL (*Web Service Description Language*) para interface de serviços web e SOAP (*Simple Object Access Protocol*) para os formatos de mensagem dos serviços web denominados (*web services*). Ao final é projetado no framework uma OWL (*Web Ontology Language*) para a concentração dos tópicos conforme (W3C, 2009). Por outro lado, para os aspectos semânticos são avaliadas funções, combinações de tarefas de tradução e otimização. Como a ontologia é uma especificação explícita de um contexto (W3C, 2007), a figura 72 apresenta um vocabulário para dados de domínio do cadastro técnico urbano.

Figura 72: Ontologia modelo para o mapeamento dos objetos cognitivos do Cadastro Técnico Urbano denominado CTU-OWL.



A necessidade de personalização para uma interoperabilidade semântica específica de dados espaciais levou à criação de um vocabulário para o gerenciamento de informações de propriedades rurais e urbanas. Isto permitiu a troca de conteúdo entre diferentes sistemas computacionais através de uma ontologia compartilhada. Basicamente a formulação da ontologia modelo foi composta de classes, propriedades (métodos), atributos, relacionamentos e instâncias. Com isso, foi possível gerar uma OWL com a devida sintaxe proposta pela W3C (2009) para domínio dos problemas de interoperabilidade de dados do cadastro técnico urbano e rural.

A partir da ontologia compartilhada, ocorre a identificação de dados através da catalogação e armazenamento dos metadados, conforme especificações agregadas na ontologia criada (CTU-OWL). Também a partir da ontologia compartilhada ocorre a execução das consultas sobre os objetos cognitivos. No framework OpenCGFW ocorre principalmente utilizando a linguagem SQL, além dos processos e técnicas de mineração de dados espaciais.

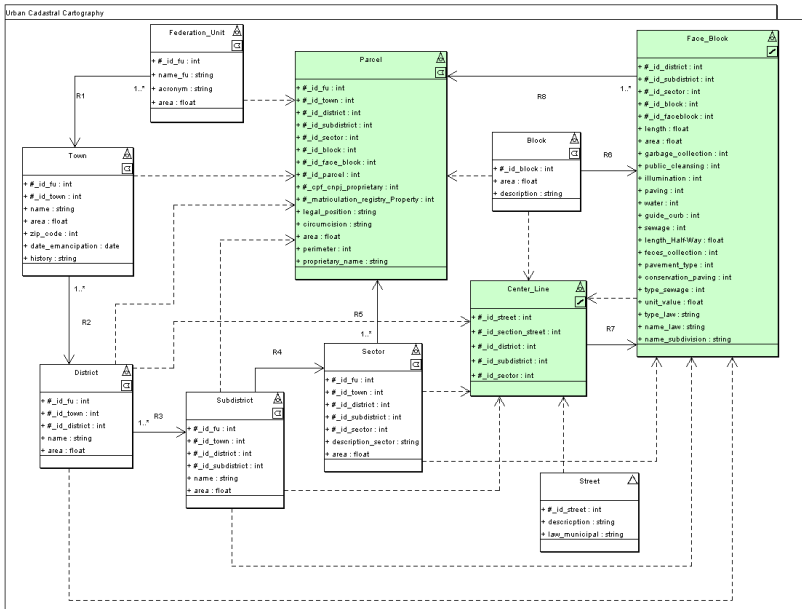
Com a ontologia compartilhada foram alcançados avanços na padronização das estruturas de dados para armazenamento. A partir deste ponto é detectada uma lacuna a ser preenchida, que não representa apenas a estruturação de dados espaciais.

Mas, especialmente para o Brasil, representa estabelecer uma infraestrutura espacial adequada para o cadastro técnico urbano (CTU) dos municípios, que viabiliza a portabilidade entre padrões existentes e o intercâmbio de dados. Também por consequência acaba fortalecendo a interoperabilidade e a interação entre os vários sistemas de informações geográficas.

Através da infraestrutura dos dados implementados no framework para o sistema brasileiro de cadastro técnico urbano, busca-se reduzir a falta de informação além dos conflitos relacionados ao direito de propriedade e ao parcelamento do solo. Além de outros aspectos técnicos que não são observados pelos gestores públicos. Como exemplo da utilização das técnicas de mineração de dados para detectar padrões desconhecidos em grandes volumes de dados, tenham os dados a sua representação textual, numérica ou espacial.

A figura 73 apresenta a estruturação das classes para manipulação e armazenamento dos dados junto ao framework OpenCGFW. Neste exemplo são padronizados somente os dados de domínio do cadastro técnico urbano para o compartilhamento e interação com outras bases de dados. A modelagem para estruturação das classes segue o padrão UML OMT-G discutido anteriormente na seção (6.4.3.3).

Figura 73: Diagrama de classes UML OMT-G para integração de estruturas.



Após o estudo realizado para o levantamento e a implementação final, onde são ilustradas as principais classes do CNEFE - Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos conforme (IBGE, 2011), integradas ao modelo proposto para infraestrutura dos dados espaciais do cadastro multifinalitário. Além dos atributos que pertencem as classes, são padronizados os domínios de cada problema e seus relacionamentos, gerando temáticas específicas portáveis para outras finalidades, tornando o modelo cadastral mais flexível e realmente multifinalitário.

Após a elaboração do diagrama foi possível gerar automaticamente o modelo físico do banco de dados, juntamente com a

estrutura necessária para armazenamento e representação dos dados espaciais. Para validação da estrutura, foram realizados experimentos através do padrão ESRI (shapefiles e dbf), PostgreSQL/PostGIS e MySQL, ficando comprovada a flexibilidade da estrutura para o intercâmbio entre os padrões.

7.4 VISUALIZANDO A INFORMAÇÃO

Para melhor representar a saída de todos os processos através do framework, a camada de visualização forneceu a representação dos dados na forma espacial, tornando ágil e transparente o processo de intercâmbio entre projeto e diferentes formatos para o usuário final.

Contudo, a possibilidade de identificar os conjuntos que podem conter e fornecer informações sobre uma região visa principalmente auxiliar no reaproveitamento de projetos, com a redução de custos elevados, agregando novos procedimentos otimizados com a coleta e também preparação dos dados, disponibilizando-os para o desenvolvimento de novos projetos de forma colaborativa.

Para o estudo de caso, foram geradas novas regras após o cruzamento dos projetos, possibilitando detectar expressivo número de parcelas e também de imóveis, com diferentes padrões conhecidos. A geração automática de regras trouxe vários benefícios aos decisores, pois permite através do cruzamento de dados, detectar a existência de padrões desconhecidos, agilidade na execução de ações estratégicas e novos recursos computacionais para fortalecer a gestão pública.

Porém, outra preocupação diz respeito à interpretação dos resultados obtidos após o processo de mineração de dados, que visa através das regras, auxiliar os decisores na visualização dos mapas, pois foram construídos a partir da geração de regras existentes conforme os métodos de associação, classificação ou agrupamento. Isso também proporcionou ao decisor melhores fundamentos, aumentando a confiabilidade sobre os dados armazenados em diferentes padrões e formatos, mas, devidamente catalogados. Isso também possibilitou acesso às consultas sem a presença de especialistas, trazendo aos decisores um mecanismo inovador para acompanhamento e auditoria de projetos, conforme ilustrado na figura 74.

7.5 AVALIANDO APLICAÇÃO DO FRAMEWORK

Na arquitetura do framework apresentado, foram implementadas várias classes contendo atributos específicos, que permitiram estender funcionalidades para integração com outros sistemas de informações, visando principalmente ao tratamento e à integração de temáticas como meio ambiente, gestão territorial, administração pública, obras e construções, áreas construídas, entre outras.

A partir deste momento, no framework, também foram otimizadas rotinas para melhorar a aproximação dos processos que tratam da interoperabilidade dos dados geográficos, conforme no item 7.1 deste capítulo, possibilitando o aperfeiçoamento da comunicação, transmissão e colaboração entre usuários. Ainda com relação à interoperabilidade de dados geográficos, a padronização da notação em XML/GML, proporcionou satisfatoriamente o intercâmbio entre os dados.

No presente estudo, também foi possível constatar a performance dos processos responsáveis pelo intercâmbio dos dados espaciais, sendo que durante os experimentos ocorreram novas necessidades e, conseqüentemente, melhorias no código fonte do núcleo do framework foram implementadas. Por outro lado, ao possibilitar a colaboração e análise dos dados de forma dinâmica, foram implementados com sucesso os conceitos de computação distribuída, possibilitando análises em diferentes conjuntos de dados das temáticas apresentadas através da mineração de dados espaciais.

Avanços significativos foram alcançados através de experimentos exaustivos, utilizando-se principalmente algoritmos de classificação, associação e agrupamento. Porém, resultados mais expressivos foram extraídos com o método de classificação, alcançando-se os objetivos inicialmente estabelecidos.

Destaca-se como a maior contribuição do estudo de caso o levantamento das necessidades para identificação e adaptação de algoritmos, viabilizando a criação de regras através de um novo algoritmo para análise de objetos cognitivos voltados para a representação espacial.

Contudo, tornou-se possível comprovar a aplicabilidade dos recursos de mineração de dados espaciais na web, provendo principalmente para os departamentos de engenharia um processo inovador de colaboração com o framework OpenCGFW, auxiliando principalmente na investigação de grandes volumes de dados, de forma que muitos consigam reutilizar de fato estruturas preexistentes e o conhecimento adquirido.

Ainda existem fatores, porém, que impedem a colaboração e a disseminação de dados espaciais junto às instituições. A partir deste estudo, surgiram novas iniciativas e experimentos, sendo destacada a necessidade das melhorias para inclusão de novas bibliotecas, aumentando a compatibilidade para integração, devido à extensa lista de ferramentas comumente adotadas nos laboratórios de engenharia das instituições públicas.

Na elaboração dos algoritmos para extração das regras, foram detectados aspectos que devem ser explorados em novos experimentos, dentre os quais cita-se os processos de investigação sobre ontologias espaciais para extração de regras e identificação de padrões.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

O desenvolvimento deste trabalho viabiliza a implementação de um modelo estratégico de colaboração para análise e mineração de dados espaciais na web. Entretanto, buscou compreender as diferentes atividades relacionadas ao desenvolvimento de soluções de código fonte aberto, a fim de reutilizar softwares existentes na integração com diferentes sistemas de informações geográficas.

Em relação a questão apresentada na problematização da pesquisa. A resposta é “sim”, através do presente trabalho ficou comprovado que é possível intensificar a colaboração entre tecnologias e padrões distintos com a integração e o uso de software livre.

Para estabelecer um ambiente colaborativo para aplicação de técnicas de mineração de dados espaciais, têm-se a comprovação da hipótese básica através dos trabalhos realizados com embasamento nos conceitos apresentados proporcionando a construção do framework OpenCGFW. Os resultados obtidos através de experimentos possibilitaram chegar a uma infraestrutura favorável para elaboração e implementação do modelo estratégico de colaboração. O que possibilitou também o desenvolvimento das etapas, bem como aproximação dos processos de interoperabilidade para os dados espaciais e aplicação da mineração de dados através do ambiente web.

A revisão bibliográfica de conteúdos multidisciplinares como software livre, sistemas de informações geográficas livres, ferramentas para disponibilizar dados na web, metodologia multicritério de Apoio à decisão – construtivista (MCDA-C) e a Mineração de Dados foram fundamentais para o desenvolvimento do trabalho, trazendo a reflexão e o entendimento de vários assuntos para detectar problemáticas e arquitetar soluções.

O aprofundamento sobre os temas para interoperabilidade entre dados geográficos, internet, servidores de mapas e avaliação de tecnologias emergentes para web, tornaram possível escolher uma arquitetura computacional apropriada para o desenvolvimento de um software livre colaborativo. Vários aspectos foram detectados para

auxiliar na infraestrutura responsável pela junção de diferentes soluções computacionais.

No capítulo 6 foi possível detalhar a formulação e as prioridades para o desenvolvimento do protótipo framework OpenCGFW nas etapas seguintes, utilizando-se principalmente da metodologia MCDA-C. A partir do contexto decisório definido através do MCDA-C, foi possível detectar os pontos de vista fundamentais e os pontos de vista elementares, essenciais para estipular prioridades a partir de critérios definidos na construção da árvore com o perfil de impacto de cada ponto de vista.

Com a utilização da metodologia MCDA-C, criou-se um modelo robusto para avaliar o potencial e o impacto de novas aplicações, identificando neste trabalho os principais aspectos que envolvem os diferentes sistemas de informações geográficas, permitindo classificar e quantificar a importância de cada um destes aspectos.

Ao final da aplicação da primeira etapa obteve-se um valioso referencial para identificar pontos elementares que apresentaram um nível de comprometimento, estabilidade ou de excelência, proporcionando por sua vez um forte indicador para escolha na construção de recursos essenciais e inovadores do framework OpenCGFW.

Com relação a construção do framework, ao longo do capítulo 6 foram abordados vários tópicos que buscaram explicar o processo de construção do framework OpenCGFW, além da sua arquitetura computacional. Isso permitiu ampliar o foco na utilização do framework, não servindo apenas para mostrar dados espaciais como os tradicionais WebGIS. Mas, ir além deste propósito com a implementação de funcionalidades externas que possibilitaram a integração com outras aplicações, onde a interoperabilidade com dados espaciais torna-se uma atividade extremamente essencial. O processo de integração faz a diferença principal entre os WebGIS existentes, pois a grande maioria não trata da aproximação dos processos de interoperabilidade devido a extensa complexidade do assunto.

A interoperabilidade também acontece ao incentivar o uso da internet, intranet ou extranet, pois não se pode ignorar que estas tecnologias proporcionam cada vez mais novos mecanismos para a

comunicação e capacitação permanente no aprendizado dos profissionais. Principalmente com relação à manipulação dos dados espaciais, melhorando a capacidade de entendimento das causas relacionadas aos mesmos, auxiliando na organização dos dados, permitindo acesso a novos mecanismos de análise e investigação.

Contudo, outras contribuições também podem surgir a partir deste trabalho, dentre as quais cita-se: soluções para a interoperabilidade no domínio do cadastro técnico urbano ao intensificar a colaboração de dados geográficos (principalmente em nível regional). Além disso, tal trabalho buscou proporcionar um estudo de caso para auxiliar instituições que apresentam interesse na colaboração organizacional e governamental. A fim de reduzir o custo de produção destes dados, através de ações conjuntas, evitando redundâncias, inconsistências e promovendo o desenvolvimento territorial.

Com o uso da especificação GML para o intercâmbio de dados geográficos, foi possível estabelecer um marco para o intercâmbio de dados espaciais usando padrões abertos, conforme apresentado no item (6.4.3.3). Outra importante contribuição com a realização deste trabalho, refere-se a implementação do módulo de colaboração para disponibilizar mecanismos automáticos e semiautomáticos para determinar equivalências semânticas entre esquemas GML utilizando ontologias OWL. Este assunto visa atender uma crescente demanda na troca de informações entre instituições geradoras de dados geográficos para o mesmo problema de domínio.

Para o desenvolvimento de um ambiente colaborativo foi adotado uma arquitetura de três camadas apresentada na figura 10 do capítulo 3, na qual ficou comprovada a viabilidade técnica para comunicação dos dados distribuídos por diferentes instituições através de serviços web.

Com o desenvolvimento do framework ficou estabelecido um referencial para o intercâmbio entre vários tipos de dados e formatos geoespaciais. Mas, tais benefícios necessitaram da implementação de algoritmos específicos que realizam a identificação precisa desses dados, a fim de garantir a leitura de vários formatos, o seu armazenamento bem como a execução correta de consultas que proporcionem informações sem qualquer ruído que prejudique a tomada de decisão do usuário final.

Com o desenvolvimento do framework OpenCGFW em software livre, específico para colaboração de dados espaciais, acredita-se alcançar a partir deste um referencial significativo para estimular profissionais na adesão de geotecnologias de código aberto. E consequentemente no desenvolvimento de novas funcionalidades para o framework OpenCGFW. Além de permitir que novos usuários possam envolver-se realmente com as necessidades da instituição do que dedicar boa parte do tempo no planejamento de mecanismos existentes.

A necessidade de trabalhar com grandes bases de dados é uma realidade constatada junto a maioria das instituições públicas. Mas, a capacidade de extrair dados relevantes, mesmo com objetivos bem delineados, fica bem mais prejudicada quando não se utiliza uma metodologia ou ferramenta para pesquisa. E nesse contexto ficou comprovada a necessidade de ferramentas para a mineração de dados quando ocorre a junção de volumes expressivos de dados através do framework OpenCGFW.

Conforme revisão apresentada no capítulo 5, as principais técnicas de mineração de dados são adaptações para a extensão geográfica e posteriormente para web. E para auxiliar nestes processos de busca e análise no framework OpenCGFW, foram implementados algoritmos através de vários experimentos em especial dos algoritmos Apriori e do C4.5. Sendo que o algoritmo C4.5 através deste trabalho, originou a uma nova derivação adaptada para web, denominando-se OWC4.5-2010, este por sua vez foi projetado com a finalidade de atender as especificações de processamento e visualização através da web. As alterações implementadas no algoritmo OWC4.5-2010 abordaram principalmente mudanças na visualização e interação com os resultados obtidos após o seu processamento, a exemplo dos arquivos gerados originalmente com extensão “.tree”, “.unpruned” e “.rules”. Estas extensões permitiram a inserção dos padrões de arquivos para o ambiente web tornando possível apresentação das regras e navegação através dos cartogramas.

Contudo, o processo de mineração de dados buscou extrair resultados e foi implementado satisfatoriamente para este trabalho, podendo perfeitamente ser utilizado na tomada de decisão através da web. Através do estudo de caso no capítulo 7, é apresentada uma alternativa para aplicação das técnicas de mineração para a extensão geográfica.

Para analisar dados espaciais através da web, as especificações da OGC apresentaram resultados significativos para um determinado propósito, dentre os quais cita-se aplicação de consultas sobre serviços de acesso a dados com WMS, WCS e WFS. Uma alternativa interessante para a realização de consultas simultâneas, mas que também apresenta limitações com relação a importação dos dados, servindo apenas para consultas através da web.

Para os usuários do framework OpenCGFW, essas consultas podem apresentar um grande diferencial na gestão territorial das instituições públicas, permitindo a realização dessas consultas em bases de dados armazenadas localmente ou distribuídas, e tendo acesso a uma réplica da fonte dos dados para manipulação quando necessário.

Outra característica importante quanto ao processo de consulta on-line, refere-se à execução de uma consulta simultaneamente em diferentes fontes de dados na busca de informações distribuídas pode ocasionar inúmeras redundâncias e inconsistências. Mas por outro lado, também pode contribuir na agilidade para colaboração de informações no apoio a execução de ações conjuntas entre várias instituições.

Durante o capítulo 6 vários experimentos foram aplicados em paralelo ao desenvolvimento do framework. A destacar o item (6.4.3.2) que trata dos processos de migração e intercâmbio entre dados e bases geográficas.

O método de prototipação serviu para consolidar as etapas de construção do framework OpenCGFW. A partir da elaboração do protótipo e a implementação dos procedimentos, buscou-se validar a arquitetura do framework para o modelo estratégico de colaboração. Isso possibilitou o aperfeiçoamento da codificação e a integração de soluções em software livre. Além da redução de problemáticas existentes no que diz respeito a manipulação de dados geográficos.

No capítulo 7 também foram apresentados experimentos que serviram para avaliar a operacionalização do framework, além dos processos de aproximação da interoperabilidade entre os dados, o processo de mineração de dados geográficos e a visualização através de cartogramas em paralelo a estabilidade do framework.

Com relação à integração de dados espaciais item (6.4.3.2), dependendo das escolhas, tais atividades computacionais para gravação em disco rígido necessitam de cuidados diferenciados e devem ser tratados em futuros estudos conforme sua implantação em ambientes heterogêneos de hardware, visando técnicas de espelhamento e redundância. O módulo de estatística apresentado no item (6.4.5) deve ser tratado com maior detalhe observando o tempo de execução de cada funcionalidade para o aperfeiçoamento dos mecanismos implementados no framework, possibilitando o monitoramento de cada recurso separadamente, bem como a inclusão das técnicas de análise espacial (geoestatística) para análises mais específicas.

Durante a concepção deste trabalho e em especial do framework OpenCGFW até a versão 1-5.1503, detectou-se a necessidade de novos estudos sobre a implementação de padrões de projeto permitindo avaliar outras tendências e características que possam ser agregadas ao mesmo. Também recursos para monitorar e ampliar o desenvolvimento de novos mecanismos de colaboração e análise dos dados geográficos. Com isso, sugere-se priorizar a continuidade das pesquisas, considerando diferentes variáveis envolvidas nos mais diversos segmentos da sociedade, possibilitando, através deste trabalho, a origem de novos projetos colaborativos que apliquem a mineração de dados espacial.

Ao final, somente a constante utilização do framework OpenCGFW para detectar as perspectivas evolutivas, tecnológicas e o avanço dos recursos comumente utilizados no tratamento dos dados geográficos pelas instituições públicas. Dessa forma, busca-se colaborar e contribuir para o avanço tecnológico do país ao intensificar o uso de padrões abertos e tecnologias livres.

REFERÊNCIAS

AdaM – *Algorithm Development and Mining System*. Disponível em:
< <http://datamining.itsc.uah.edu/adam/index.html> >
Acesso em: 27 mar. 2007.

AGRAWAL, R.; IMIELINSKI, T.; SWAMI, A. *Mining Association Rules Between Sets of Items in Large Databases*. In: Proceedings ACM SIGMOD international conference on Management of data, 1993, p. 207-216. doi>10.1145/170035.170072.

ALLEN, Rob; LO, Nick; BROWN, Steven. *ZEND Framework in Action*. Published by Manning Publications Co. Greenwich, CT, 2009.

ANSELMO, Fernando. **Tudo o que Você Queria Saber Sobre JSP**. Editora Visual Books. Florianópolis – SC. 2002.

ANSELMO, Fernando. **Aplicando Lógica Orientada a Objeto em Java – 2ª**. Edição Atualizada e Ampliada. Editora Visual Books. Florianópolis – SC. 2005.

ANSON, R. W; ORMELING, F. J. *Basic Cartography – for students and technicians*. 2ª. Edition. Published on behalf of the International Cartographic Association. New York 1990.

ARONOFF, S. *Geographic Information Systems: a Management Perspective*. WDL Publications. Ottawa - Canada, 1989.

BAI, Xiaoying; WANG, Yongbo; DAI, Guilan, TSAI, Wei-Tek, CHEN, Yinong. *A Framework for Contract-Based Collaborative Verification and Validation of Web Services*. Chapter Book - Component-Based Software Engineering. Publisher: Springer Berlin / Heidelberg, 2007. Disponível em:

<<http://www.springerlink.com/content/03243w52p1798778/fulltext.pdf?page=1>> Acesso em: 16 fev. 2009.

BANA e COSTA, C.A. *A Methodology for Sensitivity Analysis in Three-Criteria Problems: A Case Study in Municipal Management*. European Journal of Operational Research, v.33-2, p.159-173, 1988.

BANA e COSTA, C.A. *Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'aide à la Décision*. Tese de Doutorado. Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 1992.

BANA e COSTA, C.A. **Processo de apoio à decisão: actores e acções; estruturação e avaliação**. Publicação CESUR, Vol. 618, pp. 31, 1993.

BANA e COSTA, C.A. **Processo de Apoio à Decisão: Problemáticas, Actores, e Acções**. Apostila do Curso de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão. ENE/UFSC, Florianópolis SC, 1995.

BANA e COSTA, C.A., VASNICK, J. C. **Uma nova Abordagem ao Problema de Construção de uma Função de Valor Cardinal: MACBETH**. Investigação Operacional. Vol.15, pp. 15-35, 1995.

BANET, Aluja, Tomàs; MORINEAU, Alain. *Aprender de Los Datos: El Análisis de Componentes Principales – Una Aproximación desde el Data Mining*. Editora Universitárias de Barcelona. Barcelona. 1999.

BARBETA, Pedro Alberto. **Estatística aplicada às Ciências Sociais – 5ª. Edição**. Editora da UFSC. Florianópolis – SC. 2003.

BATCHELLER, James K.; REITSMA, Femke. *Implementing feature level semantics for spatial data discovery: Supporting the reuse of legacy data using open source components*. Computers, Environment and Urban Systems, v. 34 n. 4 p. 333–344, 2010.

BAUER, Kurt W.; City Planning for Civil Engineers, Environmental Engineers, and Surveyors. CRC Press, 2009.

BEAULIEU, Alan. **Aprendendo SQL**: Dominando os Fundamentos. Editora Novatec, São Paulo – SP. 2010.

BEINAT, E. *Multiattribute Value Functions for Environmental Management*. Amsterdam: Timbergen Institute Research Series, 1995.

BELUSSI, Alberto; CATANIA, Barbara; CLEMENTINI, Eliseo; FERRARI, Elena. *Spatial Data on the Web: Issues and Challenges*. Publisher: Springer Berlin Heidelberg. 2007.

Disponível em:

<<http://www.springerlink.com/content/k7126x6292h71755/fulltext.pdf?page=1>>

Acesso em: 16 fev. 2009.

BERRY, J. A. Michael; LINOFF, Gordon. *Data mining techniques: for marketing, sales, and customer support*. Published John Wiley & Sons, Inc. Canadá. 1997.

BOERBOOM, Luc G.J. *Integrating Spatial Planning and Decision Support System Infrastructure and Spatial Data Infrastructure*. Article under Review for the International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, 2010. Disponível em:

<<http://ijmdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijmdir/article/viewFile/223/269>>

Acesso em: 31 out. 2011.

BOGORNY, Vânia; NIEVINSKI, Felipe; BIGOLIN, Nara. *A Spatial Data Model for the Integration of Public Health Data*. International SBC Workshop on Free Software. Porto Alegre RS, Brasil, Vol.4. pp. 119-122, 2003.

BOGORNY, Vania. *Enhancing Spatial Association Rule Mining in Geographic Databases*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Computação. Porto Alegre – Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em:
< <http://alpha.uhasselt.be/~lucp1833/vbogornyThesis.pdf> >
Acesso em: 21 mai. 2007.

BOGORNY, Vania; PALMA, T. Andrey; ENGEL, M. Paulo; ALVARES, O. Luis. *Weka-GDPM-Integrating Classical Data Mining Toolkit to Geographic Information Systems*. Anais do II Workshop em Algoritmos e Aplicações de Mineração de Dados da SBC. Florianópolis-SC, 2006. Disponível em:
<<http://alpha.uhasselt.be/~lucp1833/WAAMD2006.pdf> >
Acesso em: 21 mai. 2007.

BORGES, K. A. V., DAVIS Jr., C. A., LAENDER, A. H. F. *OMT-G: An Object-Oriented Data Model for Geographic Applications*. Geoinformatica, v. 5, n. 3, p. 221-260, 2001.

BORGES, K. A. V., DAVIS Jr., C. A., LAENDER, A. H. F. **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos**. In: Casanova, M. A., Câmara, G., Davis Jr., C. A., Vinhas, L., Queiroz, G. R. (Eds.) Bancos de Dados Geográficos. Curitiba (PR): EspaçoGeo, 2005, p. 93-146.

BORGES, K. A. V. **Uso de uma Ontologia de Lugar Urbano para Reconhecimento e Extração de Evidências Geo-espaciais na Web**. (Tese) Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

BORGHOFF, U. M.; SCHLICHTER, J. H. *Computer-Supported Cooperative Work: introduction to distributed applications*. Springer, 2000.

BOUROCHE, Jean-Marie; SAPORTA, Gilbert. **Análise de Dados** – Tradução da Primeira Edição Francesa – Presses Universitaires de France. Editora Zahar Editores. Rio de Janeiro – RJ. 1982.

BOUYER, Cardoso Gilbert; SZNELWAR, Idal Laerte; **Análise Cognitiva do processo de trabalho em Sistemas Complexos de Operações. Ciência & Cognição**, v. 4 p. 02-24, 2005. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v04/m31529.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2010.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil - 1988. Texto Consolidado**. Portal Legislação. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/legislacao/const/>> Acesso em 30 out. 2011.

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.

BRASIL. **Guia Livre**: Referência de migração para Software Livre do Governo Federal (versão Ipiranga), Brasília; Governo Eletrônico. 2004. Disponível em: <http://www.governoeletronico.gov.br/anexos/E15_469GuiaLivre-v1-02.pdf> Acesso em: 05 out. 2004.

BRASIL. Medida Provisória nº. 547 de 11 de outubro de 2011. **Altera o Estatuto das Cidades, a Lei de Parcelamento do Solo e a Lei do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC). Acréscimo, Criação, Cadastro, Municípios, Sujeição, Desastre, Natureza. Alteração, Dispositivos, Normas, Aprovação, Projeto, Loteamento, Desmembramento, Parcelamento, Solo Urbano. Criação, Exigência, Elaboração, Plano de Expansão, Municípios, Área e Expansão**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 13 de out. de 2011, Seção 1, p. 10.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Panorama da interoperabilidade no Brasil**. Brasília DF, 2010. Disponível em: < <https://www.governoeletronico.gov.br/biblioteca/arquivos/panorama-da-interoperabilidade-no-brasil> > Acesso em: 01 out. 2010.

BROD, Augusto A. César; KÄFER Joice. **Engenharia de Software para Software Livre**. Artigo junto ao Programa de Pós-Graduação – Instituto de Informática UFRGS, 2009. Disponível em: < <http://www.brod.com.br/files/engsoftlivre.pdf> > Acesso em: 14 jun. 2009.

BUDIARTO, R.; ISAWASAN, P.; AZIZ, M.A.; *Transformation of Spatial Data Format for Interoperability between GIS Applications*, IEEE Computer Graphics, Imaging and Visualization, 2009, CGIV '09, Sixth International Conference, 2009, 536-539.

BURROUGH, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. New York: Oxford, University Press, 1986. 194p.

BUZAI, Gustavo Daniel; Baxendale, Claudia. *Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica*. Buenos Aires: Lugar Editorial: GEPAMA, 2006.

CABRAL, Rodrigo Becke. *Webmapping with MapServer*. Magazine PHP Architect. Vol.7 pp. 25-35, 2004. Disponível em: < <http://forums.phparch.com/159> > Acesso em: 12 set. 2004.

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. Tese de Doutorado em Computação Aplicada. São José dos Campos - INPE, Dezembro 1995. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/teses/gilberto> >. Acesso em: 01.mar. 2005.

CÂMARA, Gilberto. **Artigo – As roupas novas do Imperador (parte II)**, Revista GEOinfo, Ano 3-13 (p.26), 2000.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, M. V. Antonio; PAIVA, A. C. João; SOUZA, C. M. Ricardo; D'ALGE, C. L. Júlio; LOPES, Eymar; BARBOSA, C. F. Cláudio; FREITAS, M. Ubirajara. **Intercâmbio de Dados Geográficos no Brasil**: um formato aberto. Documento de Trabalho. Divisão de Processamento de Imagens – INPE São José dos Campos. INPE, 2000. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geobr/>> Acesso em: 01 out. 2004.

CÂMARA, Gilberto. **Geoprocessamento e Software Livre: A experiência do INPE**. Workshop de Software Livre. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/present/geoprocessamento_software_livre.ppt> Acesso em: 10 mar. 2007.

CÂMARA, Gilberto; CASANOVA, A. Marco; HEMERLY, S. Andrea; MAGALHÃES, C. Geovane; MEDEIROS, M. B. Claudia. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. In: ESCOLA DE COMPUTAÇÃO. Campinas, 1996. Anais São José dos Campos. INPE, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf>> Acesso em 17 jan. 2007.

CÂMARA, Gilberto. **Análise Geográfica e Interoperabilidade**. GeoBrasil: São Paulo. 2004.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, M. Antônio; MEDEIROS, S. José. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos. INPE, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>> Acesso em: 17 jan. 2008.

CÂMARA, Gilberto. SILVA, Marcelino Pereira S.; SOUZA, Cartaxo Ricardo; VALENRIANO, M. Dalton; ESCADA, Isabel S. Maria. *Mining Patterns of Change in Remote Sensing Image Databases*. Disponível em:

<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/silva_imagemining.pdf >

Acesso em: 11 mar. 2007.

CANDEIAS, Lucia Bezerra, Ana; JUNIOR, Bezerra de Mello, Jonas. **SIG e sua interoperabilidade utilizando servidores de WEB**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 2005. Disponível em:

<<http://martem.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.22.19.57/doc/2273.pdf> > Acesso em: 01 nov. 2007.

CANDEIAS, Ana L. Bezerra; JUNIOR, Jonas B. Melo; JUNIOR, João R. Tavares. **Serviços Web Geográficos e sua Interoperabilidade**. RBC - Revista Brasileira de Cartografia, 2010, vol. 62 - 1.

Disponível em: < http://www.rbc.ufrj.br/_pdf_62_2010/62_01_2.pdf >

Acessado em 02 mai. 2010.

CARATI, Ricardo Lima. **Joomla! Avançado: aprenda a desenvolver componentes, módulos, plug-ins e templates para Joomla!** Usando PHP. São Paulo SP. Editora Novatec, 2009.

CARPES, M. M. M. **A Responsabilidade Social como um Fator de Competitividade das Organizações: uma proposta teórico-metodológica para avaliação de desempenho**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis SC. 2005.

CARVALHO, Carlos Alberto; MIRANDA, Evaristo E. **Um sistema de gestão de informações geográficas em WebGIS para o controle do monitoramento por satélite das obras do PAC**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2009. Disponível em: < http://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/doc74_webgisograspac.pdf > Acesso em 11 out. 2010.

CARVALHO, Luís Alfredo Vidal. **Datamining a mineração de dados no marketing, medicina, economia, engenharia e administração.** Editora Érica, São Paulo, 2001.

CARVALHO, N. Fernando; ENSSLIN, R. Sandra; GALLON, V. Alessandra; ENSSLIN, Leonardo. **Uma Metodologia Multicritério (MCDA-C) para Apoiar o Gerenciamento do Capital Intelectual Organizacional: Proposta de Construção de um Modelo.** ABEPRO/ENEGETP - XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGETP2007_TR640478_9625.pdf> Acesso em: 04 ago. 2011.

CASANOVA, Marco; CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; VINHAS, Lúbia; QUEIROZ, Ribeiro de, Gilberto. **Banco de Dados Geográficos.** Editora MundoGEO. Curitiba – PR, 2005.

CASTRO. M. Dayan. **Visualização de dados geográficos urbanos na web: estudo de caso na Região Metropolitana de Belo Horizonte.** Dissertação de Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais. 2010. Disponível em: < http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/MPBB-8KZP7G/1/dissertacao_dayancastro_corrigida_final.pdf > Acesso em: 04 nov. 2011.

CGI – Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Manual dos dados abertos: desenvolvedores.** São Paulo, 2011.

CGI – Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Portal.** Disponível em: < <http://www.cgi.br/> > Acesso em: 28 out. 2011.

CHRISTL, Arnulf; SIMON, Fernando. **PostGIS Mini-Curso – II Encontro Nacional de Usuários MAPSERVER**. UNIVALI. Itajaí – SC, 2005.

CIASC – Centro de Informações Automatizadas de Santa Catarina. **Portal**. Disponível em: < <http://www.ciasc.gov.br/> > Acesso em: 10 jun. 2000.

CIASC – Centro de Informações Automatizadas de Santa Catarina. **Mapa Interativo de Santa Catarina**. Disponível em: < <http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br/> > Acesso em: 24 out. 2011.

CLARO, Daniela Barreiro. **Web Services e sua Relação com a Computação Distribuída - Apostila Mini-Curso**. III Congresso Brasileiro de Computação. Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. Itajaí – SC. 2003.

CODD, Edgar Frank. *A relational model of data for large shared data banks*. Communications of the ACM, 1970. Vol. 13-6, p. 377-387. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=358007>> Acesso em: 10 out. 2010.

CODEIGNITER. *User Guide Version 1.5.4*. Disponível em: <<http://www.codeigniter.com/>> Acesso em: 01 dez. 2007.

COMPETITIVA Consultoria e Treinamentos. **MCDA – Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão**. 2000. Disponível em: < <http://www.competitiva.com.br/mcda.html> > Acesso em: 01 nov. 2005.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. **Portal**. Disponível em < <http://www.concar.ibge.gov.br> > Acesso em 29 out. 2007.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. **Plano de ação da INDE**. Disponível em:

< <http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/PlanoDeAcaoINDE.pdf> >

Acesso em 24 out. 2011.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. **Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil**. Disponível em:

< http://www.concar.ibge.gov.br/perfil_mgb.aspx >

Acesso em: 24 out. 2011.

CONNECTIVA Linux. **Guia do Usuário - Conectiva Linux 6.0**. Câmara Brasileira do Livro (SP), Curitiba-PR, 2000.

CONeGOV. **Anais da Conferência Sul-Americana em Ciência e Tecnologia Aplicada ao Governo Eletrônico**. 2004. Disponível em:

<<http://www.ijuris.org/editora/livros/conegov2004anais.pdf>>

Acesso em: 25 set. 2006.

COUTINHO, Luiz Amadeu. **Banco de Dados Geográfico de Desastres Naturais: Projecto Conceitual, Inventariação e Proposta para Difusão dos Dados**. Dissertação de Mestrado em Gestão do Território, área de especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informações Geográficas. FCSH, Universidade Nova de Lisboa. 2010. Disponível em:

<<http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/Default.aspx?module=Files/FileDescription&ID=5650&state=FD>>

Acesso em: 17 jan. 2011.

COSSETTE, P.; AUDET, M. *Mapping of na Idiosyncratic Schema*. Journal of Management Studies, vol.29-3 pp. 325-348, 1992.

COWEN, D.J. *GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 54:1551-4, 1988.

CRAGLIA, Max; GOODCHILD, Michael F.; ANNONI, Alessandro; CÂMARA, Gilberto; GOULD, Michael ; KUHN, Werner; MARK, David; MASSER, Ian; MAGUIRE, David; LIANG, Steve; PARSONS, Ed. *Next-Generation Digital Earth: A position paper from the Vespucci Initiative for the Advancement of Geographic Information Science*. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. Vol. 3 pp.146-167, 2008. Disponível em:
< <http://ijmdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijmdir/article/view/119/99> >
Acesso em: 01 nov. 2011.

CRUZ, Isabel F.; GJOMEMO, Rigel; JARZAB, Greg. *An interoperation framework for secure collaboration among organizations*. Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Security and Privacy in GIS and LBS. New York, USA, 2010 p 4-11. <DOI> <http://dx.doi.org/10.1145/1868470.1868474>

CUCA, Branka; BRUMANA, Raffaella ; SCAIONI, Marco; ORENI, Daniela. **Spatial data management of cultural and environmental Heritage**. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, vol.6 pp. 97-125, 2011. DOI: 10.2902/1725-0463.2011.06.art5. Disponível em:
<<http://ijmdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijmdir/article/viewFile/209/256>>
Acesso em 10 out. 2011.

CUNHA, Eglaisa Micheline Pontes; ERBA, Diego Alfonso. **Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010. Disponível em:
< <http://www.cidades.gov.br/capacitacao-1/publicacoes/> >
Acesso em: 25 abr. 2011.

CUROTTO, C.L. **Integração de Recursos de Data Mining com Gerenciadores de Bancos de Dados Relacionais**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro – RJ. UFRJ, 2003.

DAGOSTIN, Rita. **Avaliação do Potencial de Competitividade de um Novo Produto a ser Lançado por uma Empresa da Área de Segurança Eletrônica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2005.

DALE, Peter F. e MCLAUGHLIN, John D. *Land Information Management: an introduction with special reference to cadastral problems in third world countries*. Clarendon Press, 1990. 265p.

DALL’OGLIO, Pablo. **PHP: programando com orientação a objetos**. São Paulo – SP: Editora Novatec, 2007.

DATE, J. C. **Introdução a Sistemas de banco de Dados** – Tradução da 8ª. Edição Americana. Rio de Janeiro – RJ. Editora Campus. 2003.

DAUM, Berthold; MERTEN, Udo. **Arquitetura de sistemas com XML: conteúdo, processo e apresentação** – Tradução Daniel Vieira. Editora Campus. Rio de Janeiro – RJ. 2002.

DAVIS, Clodoveu; ALVES, Lacerda Leonardo. *Local Spatial Data Infrastructures Based on a Service-Oriented Architecture*. INFOGEO, 2005. Disponível em:
< <http://www.geoinfo.info/portuguese/geoinfo2005/programa.html> >
Acesso em: 10 jul. 2006.

DAVIS, SCOTT. *Google Maps API, V2: Adding Where to Your Applications*. Publisher Pragmatic Bookshelf. 2006. Disponível em:
<<http://www.pragprog.com/titles/sdgmapi2/google-maps-api-v2>>
Acesso em: 04 mar. 2009.

DAVIS, SCOTT. *GIS for Web Developers*. Adding 'Where' to Your Web Applications. Publisher Pragmatic Bookshelf. 2007.

Departamento de Ciência da Computação da UFMG. **Projeto Tamanduá**. Disponível em:
 < <http://tamandua.speed.dcc.ufmg.br/index.php> >
 Acesso em: 09 maio 2006.

DEBONI, José Eduardo. **Interoperabilidade: uma combinação eficiente de arquitetura e padrões**. Revista infoGeo. Edição no. 50 Ano 9. 2007.

DEMSAR J, ZUPAN B, LEBAN G. **Orange: From Experimental Machine Learning to Interactive Data Mining** (White Paper) Faculty of Computer and Information Science, University of Ljubljana. (2004). Disponível em: < <http://www.ailab.si/orange> >
 Acesso em: 27 mar. 2007.

DENG, Meixi; DI, Liping. **Building an Online Learning and Research Environment to Enhance Use of Geospatial Data**. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. Vol. 4, 77-95, 2009. Disponível em:
 <<http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijsdir/article/view/116>>
 Acesso em: 01 nov. 2011.

DEUTSCH, C.V.; Journel, A. G. **GSLIB: Geostatistical Software Library and user's guide**. Oxford University Press, New York, 339p. 1992.

DOU - Diário Oficial da União – **Ministério das Cidades. Portaria Nº. 511 de 07 de dezembro de 2009. Diretrizes para criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário - CTM nos municípios brasileiros, v. 234 n. 1 p. 75, 2009**. Disponível em:
 <<http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=75&data=08/12/2009>> Acesso em 09 ago. 2011.

DUARTE, A. Paulo. **Fundamentos de Cartografia**. Editora da UFSC. Florianópolis – SC. 2002.

DUTRA, A. **Elaboração de um Sistema de Avaliação de Desempenho dos Recursos Humanos do SEA à Luz da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

DUTRA, A.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; PETRI, S. M. **Metodologias para avaliar o desempenho organizacional: revisão e proposta de uma abordagem multicritério**. XII Congresso Latino, Iberoamericano de Investigación de Operacionales, Habana/Cuba: CLAIIO, 2004. p.1-6.

DW Brasil – *Decision warehouse. Datamining*.

Disponível em: <<http://www.dwbrasil.com.br/html/dmining.html>>

Acesso em: 22 jul. 2001.

EDEN, C.; JONES, S.; SIMS, D. *Missing About in Problems*. Oxford: Pergamon, 1983.

EDEN C., JONES , S., SIMS, D. *Messing About in Problems: An Informal Structured Approach to their Identification and Management*. Pergamont Press Ltd. 1988.

EGENHOFER, M. *Spatial Query Languages*. Department. of Surveying Engineering, (Thesis) University of Maine, 1989.

EGENHOFER M. J., FEGEAS R., GOODCHILD M.F. *Interoperating GISs Report of a Specialist Meeting Held under the Auspices of the Zarenius Project*. Panel on Computational Implementations of Geographic Concepts. December 5-6, 1997, Santa Barbara, California. Disponível em:<<http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/interop97/report.html>>

Acesso em: 08 fev. 2009.

EGENHOFER, M. *Spatial SQL: A Query and Presentation Language*. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 6:86-95, 1994.

ENSSLIN, Leonardo; DUTRA, A. ENSSLIN, S. R. *MCDA: A Constructivist Approach to the Management of Human Resources at a Governmental Agency*. International Transactions in Operational Research, n.7 pp.79-100, 2000.

ENSSLIN, Leonardo; MONTIBELLER, G. N.; NORONHA, M. **Apoio à decisão – Metodologia para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas**. Florianópolis – SC. Editora Insular, 2001.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – **Mapas Digitais**, 2010. Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>>. Acesso em: 12 dez. 2010.

e-GOV – Governo Eletrônico – Projetos do Programa de Governo Eletrônico Brasileiro, 2011. Disponível em:
< <http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos> >
Acesso em: 27 out. 2011.

e-GOV – GUIALIVRE v.1-0. Referência de Migração para Software Livre do Governo Federal, 2005. Grupo de Trabalho de Migração para Software Livre, 2005. Disponível em:
< <http://www.governoeletronico.gov.br/biblioteca/arquivos/guia-livre-versao-1.0/download> > Acesso em: 14 set. 2011.

e-GOV – Governo Eletrônico - Plano de Migração do Ministério do Planejamento, 2006. Disponível em:
<http://www.governoeletronico.gov.br/anexos/E15_469Plano_de_Migracao_de_Software_Livre_no_MP-V1-2.pdf> Acesso em: 03 dez. 2006.

e-GOV – GUIALIVRE v.1.2 **Plano de Padronização de Ambiente e Migração para Software Livre**, 2006. Disponível em:

< <http://www.governoeletronico.gov.br/biblioteca/arquivos/plano-de-padronizacao-de-ambiente-e-migracao-para-software-livre> >

Acesso em 17 jan. 2007.

e-GOV – GUIALIVRE. **Governo Eletrônico-Grupo Temático de Georreferenciamento**. Disponível em:

<<http://guialivre.governoeletronico.gov.br/gtmsl/GeoReferenciamento>>

Acessado em: 27 fev. 2006.

e-GOV – **Governo Eletrônico – Comitês Técnicos de Implementação do Software Livre**. Disponível em:

< <http://www.governoeletronico.gov.br/o-gov.br/comites-tecnicos/implementacao-do-software-livre> >

Acesso em: 21 nov. 2011.

e-MAG – **Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico**.

Disponível em: < <http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-MAG> >

Acesso em: 01 out. 2011.

e-PING – Governo Eletrônico. **Padrões de Interoperabilidade do Governo Eletrônico versão 1.9**, 2006. Disponível em:

<<http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-ping-padroes-de-interoperabilidade/versoes-do-documento-da-e-ping>>

Acesso em: 01 out. 2006.

e-PING – Governo Eletrônico. **Padrões de Interoperabilidade do Governo Eletrônico - Versão 4.0 (2008)**. Disponível em:

<<http://www.governoeletronico.gov.br/anexos/e-ping-versao-4.0>>

Acesso em: 17 mai. 2009.

e-PMG – **Padrão de Metadados do Governo Eletrônico**. Grupo de Trabalho Organização e Intercâmbio de Informações, 2010. Disponível

em: < <http://www.governoeletronico.gov.br/anexos/padrao-de-metadados-do-governo-eletronico-e-pmg/download> >

e-PWG - **Padrões Web e-GOV.**

Disponível em: < <http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/padroes-brasil-e-gov> > Acesso em: 02 out. 2011.

ERNESTO, M. P. Inalda. **Modelo de Integração de Dados Espaciais.** Trabalho de Licenciatura da Universidade Eduardo Mondlane – Departamento de Matemática e Informática, 2010. Disponível em: < http://www.saber.ac.mz/bitstream/10857/3814/1/INALDA_ERNESTO - Trabalho de Licenciatura.pdf > Acesso em: 04 nov. 2011.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. *Fundamentals of Database Systems.* Pearson Education, 2004.

ESTEIO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A. **Definição de Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM).**

Disponível em: < http://www.esteio.com.br/servicos/so_cadastro.htm > Acesso em: 12 fev. 2003.

ESTRADA, Roberto, Penido Duque; PAIVA, João Argemiro de Carvalho. **Integração Semântica e de dados entre Sistemas de Informações Geográficas Heterogêneos.** 2003.

EYRAD, Franck; BURGER, Armin. ÅSTRAND, Pär Johan; DI MATTEO, Giovanni. *Community Image Data portal: sharing licensed Earth observation data.* International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. Vol.6 pp. 187-20, 2011. Disponível em: < <http://ijmdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijmdir/article/view/218> > Acesso em: 01 nov. 2011.

FAN, Wenfei; GAROFALAKIS, Minos; XIONG, Ming; JIA, Xibei. *Composable XML integration grammars.* ACM CIKM '04 Proceedings

of the thirteenth international conference on Information and knowledge management. NY USA. p. 2-11, 2004. doi: 10.1145/1031171.1031176

FATOR GIS – Informação e Negócios em Geotecnologias.

Disponível em: < <http://www.fatogis.com.br> >

Acesso em: 11 mar. 2007.

FAYAD, Mohamed; SCHMIDT, Douglas. *Object-Oriented Application Frameworks*. Communications of the ACM. New York, v. 40 nr.10, p.32-38, 1997.

FAYYAD, U.M.; P-SHAPIRO, G.; SMYTH, P.; UTHURUSAMY, R. *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*. AAAI Press / The MIT Press, 1996.

FAYYAD, U.M.; P-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. *Knowledge Discovery and Data Mining: Towards a Unifying Framework*. Proceeding of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96), Portland, Oregon, august, 1996.

FAYYAD, U.M.; P-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. *From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases*. Artificial Intelligence Magazine, pp. 37-54, Fall, 1996.

FERRARI, Roberto. **Viagem ao SIG – Planejamento Estratégico, Viabilização, Implantação e Gerenciamento de Sistemas de Informação Geográfico**. Editora Sagres. Curitiba – PR, 1997.

FERNÁNDES, David. **A união do Business Intelligence com o GIS**. INFOGEO – Revista de Análise Geográfica (Ano 7 – Nº. 40). Editora MundoGEO. Curitiba PR, 2005.

FIELDINGO, T. Roy. *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. Thesis University of California, Irvine. pp: 24-37, 2000.

FONSECA, T. Frederico; EGENHOFER, J. Max. **Sistemas de Informação Geográficos Baseados em Ontologias**. Articles in Refereed Journals -Cognition and Computation, 1 (2): 155-180, 1999. Disponível em: < <http://www.spatial.maine.edu/~max/ontoIP.pdf> > Acesso em: 09 fev. 2009.

FORNARI, Miguel Rodrigues. **XML – Criação de Documentos XML e Utilização em Aplicações Práticas** – Apostila Mini-Curso do III Congresso Brasileiro de Computação. Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. Itajaí – SC. 2003.

FOWLER, Martin; SCOTT, Kendal. **UML essencial: um breve guia para a linguagem padrão de modelagem de objetos** 2ª. Edição – Tradução Vera Pezerico e Christian Thomas Price. Editora Bookman. Porto Alegre – RS. 2000.

FreeGIS.org. **Portal**.

Disponível em: < <http://freegis.org/> >
Acessado em: 20 nov. 2010.

FREEMAN, Elisabeth; FREEMAN, Eric; SIERRA, Kathy; BATES, Bert. et. al. **Use a Cabeça! Padrões de Projetos** (Design Patterns) 2ª. Edição. – Tradução Editora Alta Books. Rio de Janeiro – RJ. 2007.

FROZZA, A. Angelo. **Um método para determinar a equivalência semântica entre esquemas GML**. (Dissertação) Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação. Florianópolis, 2007.

Disponível em: < <http://www.tede.ufsc.br/teses/PGCC0792.pdf> >
Acesso em: 28 out. 2011.

FSF - Free Software Foundation. **Portal.**

Disponível em < <http://www.fsf.org> >

Acesso em: 01 fev. 2006.

GACITAL, Ricardo; SAWYER, Pete; RAYSON, Paul; *A Flexible Framework To Experiment With Ontology Learning Techniques.*

Chapter Book - Research and Development in Intelligent Systems XXIV. Publisher Springer London, 2008. Disponível em:

<<http://www.springerlink.com/content/hg73511340867851/fulltext.pdf?page=1>>

Acesso em: 16 fev. 2009.

GDAL - Geospatial Data Abstraction Library. *Library for raster geospatial data formats.* Disponível em:

< <http://www.gdal.org/> > Acesso em: 20 jun. 2005.

GEHLERT, Andreas.; WERNER, Esswein; *Toward a formal research framework for ontological analyses.* Advanced Engineering Informatics, v. 21 n.2 p. 119–131, 2007.

GEOINFO-2004 – **Simpósio Brasileiro de Geoinformática.**

Proceedings. Cirano Iochpe e Gilberto Câmara. São José dos Campos – SP. INPE. 2004

GEOINFO-2005 – **Simpósio Brasileiro de Geoinformática.** Campos do Jordão SP. INPE 2005. Disponível em:

<<http://www.geoinfo.info/portuguese/geoinfo2005/programa.html>>

Acesso em: 01. fev. 2006..

GEOINFO-2006 – **Simpósio Brasileiro de Geoinformática.** Campos do Jordão SP. INPE 2006. Disponível em:

<<http://www.geoinfo.info/portuguese/geoinfo2006/paper.html>>

Acesso em: 10 dez. 2006.

GESSER, Herculano Adalto; BENAKOUCHE, Tamara; MORAES, A. R. de Ricardo. **Software Livre numa perspectiva sociotécnica: um estudo preliminar das controvérsias para a resolução de disputas políticas**. Anais 5º. Fórum Internacional de Software Livre – FISL. Editora Evangraf Ltda. Porto Alegre – RS. 2004. Disponível em:
< <http://wiki.softwarelivre.org/pub/WSL/WSL2004/anais-2004.pdf> >
Acesso em: 01 jul. 2005.

GILLARD, Quentin. *Places in the News: The Use of Cartograms in Introductory Geography Courses*. Journal of Geography. Vol.78 pp. 114-115, 1979.

GNU's Not Unix. *Project GNU*. Disponível em: < <http://www.gnu.org> >
Acesso em: 01 mar. 2007.

GÓES, Kátia. **AutoCAD Map – Explorando as ferramentas de mapeamento**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2000.

GONÇALVES, Edson. **Dominando Ajax – As melhores práticas ligadas a aplicações Web escritas tanto em Java como em PHP 5 utilizando Ajax**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

GONÇALVES, Rômulo Parma. **Modelagem Conceitual de bancos de dados geográficos para cadastro técnico multifinalitário em municípios de pequeno e médio porte**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Viçosa - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Viçosa - MG, 2008. Disponível em:
< http://www.ufv.br/dec/eam/tese/Tese_Romulo.pdf >
Acesso em: 24 nov.2010.

GOODCHILD, M. F. *Geographical data modeling*. Computers & Geosciences, v.18 (4) p. 401 - 408, 1992.

GOODCHILD, M. F.; HAINING, R.P.; WISE, S. *Integrating GIS and spatial data analysis problems and possibilities*. International Journal of Geographical Information System, 1992.

GOODCHILD, M. F. *The state of GIS for environmental problem solving*. New York: Oxford University Press, p. 8-15, 1993.
Disponível em: < <http://www.geog.ucsb.edu/~good/papers/193.pdf> >
Acesso em 01 fev. 2008.

GOODCHILD, M; EGENHOFER, J. Max; FEGEAS, R.; KOTTMAN, C. *Interoperating Geographic Information Systems*. Publishers Springer, v. 495 p. 30-110, 1999.

GOODCHILD, M; EGENHOFER, J. Max; FEGEAS, R.; KOTTMAN, C. *Interoperating Geographic Information Systems*. Academic Publishers Springer. 1999. Disponível em:
<<http://www.springer.com/computer/security+and+cryptology/book/978-0-7923-8436-6>> Acesso em: 01 fev.2006

GOODWIN, P.; WRIGHT, G. *Decision Analysis for Mangement Judgement*. Chichester: John Wiley & Sons, 1991.

Governo do Estado de Santa Catarina. **Portal Sítio Oficial**. Disponível em: < <http://www.sc.gov.br> > Acesso em: 01 mar. 2007.

GROTH, Robert. *Data Mining: a hands-on approach for business professionals*. ISBN 0-13-756412-0. New Jersey, Prentice Hall, 1998

GSDI – Global Spatial Data Infrastructure Association. *Portal*
Disponível em: < <http://www.gsdi.org/> >
Acesso em: 30 out. 2007.

GSDI – Global Spatial Data Infrastructure Association. *The SDI Cookbook*. Disponível em:
< http://www.gsdi.org/GSDIWiki/index.php/Main_Page >
Acesso em: 31 out. 2011.

GUEDES, Gilleanes T. A. **UML2: uma abordagem prática**. Editora Novatec, São Paulo-SP, 2009.

HALL, Mark; FRANK, Eibe; HOLMES, Geoffrey; PFAHRINGER, Bernhard; REUTEMANN, Peter; WITTEN, Ian H.; *The WEKA Data Mining Software: An Update*; SIGKDD Explorations, (2009) Volume 11, Issue 1.

HARMAN, P.; KING, D. *Expert Systems Artificial Intelligence in Business*. Wile (NY), 1985.

HARRISON, Thomas H., *Intranet Data Warehouse Ferramentas e Técnicas para utilização de Data Warehouse na Intranet*. Ed. Berkeley, 1998.

HESS, Guilherme Nudelman. IOCHPE Cirano. **Utilizando a GML na identificação de candidatos a padrão de análise para BDG**. In: Simpósio Brasileiro de Geoinformática – Geoinfo. Campos do Jordão, 2003. Anais. São José dos Campos, GeoINFO, 2003.

HOCHHEIM, Norberto. **Um método para análise probabilística da viabilidade econômica do cadastro técnico urbano**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. Tese para concurso de professor Titular, Dezembro,1993.

HOLZ, E. **Estratégias de equilíbrio entre a busca de benefícios privados e os custos sociais gerados pelas unidades agrícolas familiares: um método multicritério de avaliação e planejamento de microbacias hidrográficas**. Tese de Doutorado - Programa de Pós-

Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

HORSTMANN, Cay. **Padrões e projeto orientados a objetos** - 2.ed. Editora Bookman. 2007.

HOUSE, D.H; KOCMOUD C.J.; *Continuous Cartogram Construction*. IEEE Visualization'1998 - Proceedings Research Triangle Park NC. Vol. 1 pp.197-204, 1998. doi: 10.1109/VISUAL.1998.745303 1998. Disponível em: <<http://www.viz.tamu.edu/faculty/house/cartograms/Vis98.html> > Acesso em: 17 nov. 2011.

HUSAIN, Mohammad F.; AL-KHATEEB, Tahseen; ALAM, Mohmmad; KHAN, Latifur. *Ontology based policy interoperability in geo-spatial domain*. Journal Computer Standards & Interfaces. Vol. 33 (3) p. 214-219, 2011. doi>10.1016/j.csi.2010.03.011

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_geo/> Acesso em: 10 nov. 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cadastro de Localidades Brasileiras Selecionadas – Organização e Altitudes Médias das Sedes Brasileiras**. 2011. Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/Organizacao/Localidades/> > Acesso em: 18 nov. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CNEFE – Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos**. 2011. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/cnefe/> > Acesso em: 29 nov. 2011.

INDA - Guia de Abertura de Dados da Infraestrutura Nacional de Dados Abertos (INDA). **Consulta Pública - 0067 para Validação das Orientações e sugestão de novas ideias ao Guia de Abertura de Dados da Infraestrutura Nacional de Dados Abertos**. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2011. Disponível em:

<<https://www.consultas.governoeletronico.gov.br/ConsultasPublicas/item.do?acao=exibir&idConsulta=93&id=588> > Acesso em: 01 set. 2011.

INDE – **Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil em Conformidade com a Norma ISO19115:2003, 2009**. Disponível em:

<http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/Perfil_MGB_Final_v1_homologado.pdf >. Acesso: 10 abr. 2011.

INMON, W. H. **Como Construir o Data Warehouse**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1997.

INMON, W. H.; TERDEMAN, R.H.; INHOFF, C. **Como transformar informações em oportunidades de negócios**. São Paulo SP: Editora Berkeley, 2001.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagens de Satélite**, 2010. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 12 abr. 2011.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Tutorial de Programação TerraLib**, 2006. Disponível em:

<<http://www.terralib.org/docs/v313/TutorialProgramacaoTerraLib313.pdf>> Acesso em: 19 set. 2006.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **DPI – Departamento de Processamento de Imagens. TerraView – Licença de Uso**. Disponível em:

<<http://www.dpi.inpe.br/terraview/php/about.php?body=Copyright>>

Acesso em: 19 set. 2006.

INSPIRE – Infrastructure for Spatial Information in Europe. *Portal*. Disponível em: < <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/> >
Acesso em: 31 out. 2011.

IOSIFESCU-ENESCU, Ionut; HUGENTOBLE, Marco; HURNI, Lorenz. *Web cartography with open standards – A solution to cartographic challenges of environmental management*. Environmental Modelling & Software. Vol. 25 (9) pp. 988-999, 2010. doi:10.1016/j.envsoft.2009.10.017

ISO/IEC 27002:2005, *Information technology – Security technical – Code of practice for information security management*. ABNT. Disponível em:
<<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=11549>>. Acesso em: 12 abr. 2011.

ISO/TS 10303-1129:2008. *Industrial automation systems and integration -- Product data representation and exchange-- Part 1129: Application module: External properties*. ISO - International Organization for Standardization. Disponível em:
<<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=59038>>. Acesso em: 11 fev. 2011.

ISO 19115:2003, *Geographic Information – Metadata*. International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland (2003), pp. 140.

ISO/TS 19139: 2004, *Geographic Information - Metadata. XML schema implementation*. Geneva: International Organization for Standardization.

ISO 19119:2005(a), *Geographic Information - Services*, International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland (2005), pp. 67.

ISO 9000:2005(b), *Quality Management Systems - Fundamentals and Vocabulary*, International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland (2005), pp.30.

JANIKOW C. Z. *Learning from Imperfect Examples in Decision Trees*. Proceedings of the International Conference on Computers and Their Applications, 1996.

JANIKOW, C. Z. J. *Fuzzy Partitioning with FID3.1*. Proceedings of the 18th International Conference of the North America Fuzzy Information Society, 1999.

JOHNSON, Bruce; WOOLFOLK, Walter; MILLER, Robert; JOHNSON, Cindy. **Projeto de software flexível: desenvolvimento de sistemas para requisitos variáveis**. Editora LTC – Rio de Janeiro, 2008.

JOHNSON, R., FOOTE, B. *Designing reusable classes*. Journal of object-oriented programming., v.1-5, 1988, p.22-35. Disponível em: <http://www.cc.gatech.edu/classes/AY2008/cs6330_summer/readings/DRC.pdf> Acesso em: 01 jun. 2008

JR. Davis Augusto, Clodoveu. **GIS Interoperável e Distribuído: Arquitetura e Aplicações**. Anais do IV Workshop em Tratamento de Imagens. NPDI/DCC/ICEx/UFMG, 2003.

KANEGAE, Patto, Eduardo. **Introdução ao MapServer: Mini-Curso** – I Encontro Nacional de Usuários MAPSERVER. UNIVALI. Itajaí – SC, 2004.

KANEGAE, Patto. **Democratizando a geoinformação através do Web mapping**. Disponível em < <http://www.webmapit.com.br> >
Acesso em: 04 jun. 2006.

KARABEGOVIC, Almir; PONJAVIC, Mirza; *Integration and interoperability of spatial data in spatial decision support system environment*. IEEE MIPRO - Proceedings of the 33rd International Convention, p. 1266-1271, 2010.

KAUFMANN, Jürg; STEUDLER, Daniel. *Cadaster 2014: A Vision For A Future Cadastral System*. Working Group 1 of FIG Commission 7. 1998. Disponível em:
< <http://www.fig.net/cadastre2014/translation/c2014-english.pdf> >
Acesso em: 21 nov. 2011.

KEAY, Caroline Agnes; HALLETT, Stephen; FAREWELL, Timothy; RAYNER, Andrew; JONES, Robert. *Moving the National Soil Database for England and Wales (LandIS) towards INSPIRE Compliance*. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. Vol. 4, 134-155, 2009. Disponível em:
<<http://ijmdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijmdir/article/viewFile/115/131>>
Acesso em: 31 out. 2011.

KEENEY, R.L. *Valeu-Focused Thinking: A Path to Creative Decision making*. Cambridge: Harvard University. Press, 1992.

KEENEY, R.L.; RAIFFA, H. *Decisions with Multiple Objectives, Preferences and Value Tradeoffs*. Cambridge: Cambridge University. Press, 1993.

KEIM, D.A.; PANSE, C.; SIPS, M.; NORTH, S.C.; *Visual data mining in large geospatial point sets*. IEEE - Computer Graphics and Applications. Vol.24(5) pp. 36- 44, 2004. doi: 10.1109/MCG.2004.41

KIMBALL, Ralph; REEVES, Laura; ROSS, Margy; THORNTHWAITTE, Warren. *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit – Expert Methods for Designing, Developing, and Deploying Data Warehouses*. Published John Wiley & Sons, Inc.Canada. 1998.

KIM, C. *Spatial Data Mining, Geovisualization*. International Encyclopedia of Human Geography, p. 332-336, 2009. doi: 10.1016/B978-008044910-4.00526-5

KIRTLAND, Mary. **Projetando soluções baseadas em componentes – Tradução Edson Furmankiewicz e Joana Figueiredo**. Editora Campus. Rio de Janeiro – RJ. 1999.

KOCMOUD, J. Christopher. *Constructing Continuous Cartograms: A Constraint-Based Approach*, Master's Thesis, Texas A&M Visualization Laboratory, Texas A&M University, College Station. Texas, 1997. Disponível em:
< <http://www.viz.tamu.edu/faculty/house/cartograms/Thesis.html> >
Acesso em: 17 nov. 2011.

LACASTA, J.; NOGUERAS-ISO, J. ; BÉJAR, R. ; MURO-MEDRANO, P. R.; ZARAZAGA-SORIA, F. J.; *A Web Ontology Service to facilitate interoperability within a Spatial Data Infrastructure: Applicability to discovery*. Journal Data & Knowledge Engineering, Vol. 63 (3) p. 947-971, 2007.
doi>10.1016/j.datak.2007.06.002

LAGA, Nassim; BERTIN, Emmanuel; CRESPI, Noel. *A web based framework for rapid integration of enterprise applications*. ICPS'09 Proceedings of the 2009 international conference on Pervasive services. London, United Kingdom, 2009 p. 189-198.
DOI: < <http://doi.acm.org/10.1145/1568199.1568232> >
Acesso 21 out. 2010.

LANCE, Kate T.; DOU, Yola G.; BREGT, Arnold. *Understanding how and why practitioners evaluate SDI performance*. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. Vol. 1 pp.65-104, 2006. Disponível em:

< <http://ijmdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijmdir/article/view/19/13> >

Acesso em: 01 nov. 2011.

LARMAN, Craig. **Utilizando UML e Padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos e ao Processo Unificado**. Editora Bookman. Porto Alegre – RS, 2004.

LARSSON, Gerhard. *Land Registration and cadastral systems: Tools for land information and management* – Reprinted (1996). Editor Longman Group. 1991.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane Price. **Sistemas de Informação**. Rio de Janeiro: LCT, 1999.

LECHETA, Ricardo R. **Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. Segunda. Edição. Editora Novatec. São Paulo – SP, 2010.

LIMA, P. **Intercâmbio de dados espaciais: modelos formatos e conversores**. Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002. Disponível:<http://www.dpi.inpe.br/teses/lima/dissertacao_lima.pdf> Acesso em: 23 fev.2006.

LIMA, Pinheiro de, Edson. **Uma modelagem organizacional baseada em elementos de natureza comportamental**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina FSC. Florianópolis, 2001.

LIMA, Pinheiro de, Edson. **Um framework para orientar o processo de (re)projeto organizacional**. ENEGEP, 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR70_0411.pdf> Acesso em: 23 fev. 2007.

LIMA, Pinheiro de, Edson; LEZANA, Guillermo Rojas, Álvaro; **Desenvolvendo um framework para estudar a ação organizacional: das competências ao modelo organizacional**. SciELO Brazil – Scientific Electronic Library Online. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v12n2/26087.pdf>> Acesso em: 23 fev. 2007.

LIMA, Allyn Grey de Almeida. **Padrão SQL e sua evolução**. Disponível em: <<http://www.ic.unicamp.br/~geovane/mo410-091/Ch05-PadroSQL-art.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2008.

LIME, Stephen. *UMN MapServer – Past, Present and Future*. Iº. Encontro Nacional de Usuários MapServer. Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí SC, 2004.

LIME, Stephen. *Welcome to MapServer*. Disponível em: <<http://mapserver.gis.umn.edu/>> Acesso em: 27 jul. 2006.

LIPORONI, Sérgio, Antonio. **Instrumentos para gestão tributária de cidades**. Editora Universitária de Direito. São Paulo – SP. 2003.

LIPSCHUTZ, Seymour. **Teoria dos Conjuntos** – Tradução – Coleção Schaum. Editora McGraw-Hill. São Paulo, 1978.

LISBOA, Gomes da Silva, Flávio. **Zend Framework: desenvolvimento em PHP 5 orientado a objetos com MVC**. São Paulo-SP, Brasil: Editora Novatec, 2008.

LISBOA, Gomes da Silva, Flávio. **Zend Framework Componentes poderosos para PHP**. São Paulo-SP, Brasil: Editora Novatec, 2009.

LISBOA, Gomes da Silva, Flávio. **Criando Aplicações PHP com Zend e Dojo**. São Paulo-SP, Brasil: Editora Novatec, 2010.

LISBOA F., J.; SODRÉ, V. F.; DALTIO, J.; RODRIGUE Jr., M. F.; VILELA, V. M. *A CASE tool for geographic database design supporting analysis patterns*. In Proc. Of Conceptual Modeling for Advanced Application Domains. 1st Int. Workshop on Conceptual Modelling for GIS (CoMoGIS – ER2004), LNCS 3289, Springer, Shanghai, China, 2004.

LOURENCO, Roberto Wagner and LANDIM, Paulo Milton Barbosa. *Public health risk maps using geostatistical methods*. Cad. Saúde Pública, Jan./Feb. 2005, Vol.21, nº. 1, p.150-160. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>> Acesso em: 10 mar. 2006.

LOZANO, Fernando. **Licenças de Software Livre**. Tradução do Texto (2008). Disponível em: <<http://www.gnu.org/licenses/licenses.pt-br.html>> Acesso em: 04 jun. 2008.

MACÁRIO, Geovana N. Carla; MEDEIROS, Bauzer, Claudia. *Specification of a Framework for Semantic Annotation of Geospatial Data on the Web*. SIGSPATIAL Special Vol. 1, Issue 1 – March, 2009.

MACÁRIO, Geovana N. Carla; SANTOS, A. Jefersson; MEDEIROS, Bauzer, Claudia; TORRES, S. Ricardo. *Annotating data to support decision-making: a case study*. Proceedings of the 6th Workshop on Geographic Information Retrieval. Zurich, Switzerland, 2010.

MACHADO, Dirceu de Menezes Jr. *Utilização de Software Livre e de Código Aberto para SIG e Desenvolvimento de aplicações Web*

mapping. II Encontro Nacional de Usuários MapServer. UNIVALI. Itajaí SC. 2005.

MARISCO, Nelson. *Web Mapas Interativos como Interface aos Dados Geoespaciais: Uma Abordagem Utilizando-se Tecnologias Fontes Abertas*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis SC. 2004. Disponível em:
<<http://www.tede.ufsc.br/teses/PECV0282.pdf>>
Acesso em: 23 fev. 2006.

MARTINS, F. M.. **Aplicação de metodologia multicritério de apoio à decisão na avaliação de políticas de gerenciamento em uma empresa orizícola**. Disponível em:
<<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/martins/cap3/cap3.htm>>
Acesso em: 19 nov. 2005.

MARTINS, C. Carlos, José. **Gerenciando projetos de desenvolvimento de software com PMI, RUP e UML**. 5ª. Edição. Editora Brasport. Rio de Janeiro – RJ. 2007

MCDA – **Multicritério de Apoio à Decisão**. Disponível em:
<<http://www.competitiva.com.br/competitiva/mcda.html>>
Acesso em: 01 jul. 2005.

MELO, Alexandre Altair. **PHP Profissional: Aprenda a desenvolver sistemas profissionais orientados a objetos com padrões de projeto**. São Paulo SP: Editora Novatec, 2007.

MILER, J. Harvey; HAN. Jiawei. *Geographic Data Mining and Knowledge Discovery*. Editora CRC Press, 2001.

MILER, J. Harvey. *Geographic Data Mining and Knowledge Discovery*. J. Publisher P. Wilson and A. S. Fotheringham – Handbook of Geographic Information Science. Disponível em:

< http://www.geog.utah.edu/~hmilller/papers/Handbook_GIS.pdf >
Acesso em: 17 fev. 2009.

MILER, J. Harvey. *Geographic theory and geospatial knowledge discovery*. IEEE-International Conference on Data Mining, Italy, 2008.
Disponível em:
<<http://www.geog.utah.edu/%7Ehmilller/papers/Geographic%20theory%20and%20geospatial%20knowledge%20discovery%20-%20final.pdf>>
Acesso em: 17 fev. 2009.

MINETO, Elton Luis. **Frameworks para desenvolvimento em PHP**. Editora Novatec. São Paulo – SP, 2007.

MITCHELL, Tyler. *Web Mapping Illustrated. Using Open Source GIS Toolkits*. Publisher O'Reilly Media Inc. 2005. Disponível em:
< <http://acmsel.safaribooksonline.com/0596008651/webmapping-PREFACE-3> >
Acesso em: 15 fev. 2009.

MMA – Ministério do Meio Ambiente do Brasil. **Mapas Interativos – Geoprocessamento**, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2010.

MMA/CGTI – Ministério do Meio Ambiente do Brasil. **CGTI – Coordenação Geral de Tecnologia da Informação**, 2005. Disponível em: < http://www.abdir.com.br/arth.sk/arth.sk_abdir_6_3_09_1.pdf >
Acesso em: 01 jul. 2007.

MONTIBELLER, G.N. **Mapas Cognitivos: Uma Ferramenta de Apoio à Estruturação de Problemas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós- graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis SC, 1996.

MORAES, F. André. **Um Modelo Representativo de Conhecimento para Aplicação da Mineração de Dados no Cadastro Técnico Urbano**. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas – UFSC. Florianópolis SC, 2003. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS3519.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2004.

MORAES, F. André; OLIVEIRA, S. Marcelo; BASTOS, C. Lia; CORDINI, Jucilei. **Modelo de Avaliação da Sustentabilidade de Setores Urbanos Utilizando a Mineração de Dados**. Urbenviron Congress 2005 - Congresso Internacional Em Planejamento Urbano. Brasília – DF. Disponível em: <<http://www.urbenviron.org/more/index.htm>> Acesso em: 01 jul. 2006.

MORAES, F. André; OLIVEIRA, S. O., Marcelo; BASTOS, C. Lia. OLIVEIRA, L. Carolina. *Aplicación de la Minería de Datos em la Creación de em Modelo de Evaluación de la Sostenibilidad*. IEEE Coniic | Congresso Sobre Ingeniería e Investigación Científica, 2005. Disponível em: <<http://www.utp.edu.pe/coniic/>> Acesso em: 20 nov. 2005.

MORAES, F. André. **Proposta metodológica de desenvolvimento do framework colaborativo em software livre para integração e análise de dados espaciais na web**. 9FISL Fórum Internacional de Software Livre – IX Workshop de Software Livre (WSL 2008). Porto Alegre RS. P.127-132, 2008. Disponível em: <<http://fisl.softwarelivre.org/9.0/www/wsl-aprovados>> Acesso em: 01 jun. 2009.

MORAES, F. André; BASTOS, C. Lia. *Framework of Integration for Collaboration and Spatial Data Mining Among Heterogeneous Sources in the Web*. ACM SIGSPATIAL 18th International Conference on Advances in Geographic Information Systems 2010 – Workshop on Data Mining for Geoinformatics (DMG), v. 1, p. 19-28, 2010. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1869890&CFID=113452471&CFTOKEN=28457905>> Acesso em: 20 dez. 2010.

MORAES, F. André; BASTOS, C. Lia. *Pattern Recognition with Spatial Data Mining in web: An infrastructure to engineering of the urban cadaster*. IEEE – CIS'2011. 7th International Conference on Computational Intelligence and Security. Sanya, Hainan, China, 2011. Disponível em: < <http://www.cis-lab.org> > Acesso em: 14 set. 2011.

MORAES, F. André; BASTOS, C. Lia. **Framework Colaborativo para Mineração de Dados Espaciais: Engenharia Aplicada ao CTM**. RBC Revista Brasileira de Cartografia. Rio de Janeiro – RJ, v. 64, 2011. Disponível em: < <http://www.rbc.ufjf.br> > Acesso em: 14 set. 2011.

MORALES, B.T. Aran; MARTINS, R. Alejandro; GONÇALVES, Alexandre. **Mineração de Dados: Introdução**. Apostila do Curso em Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina – ENGEPP, 2000.

MUN, Duhwan; RAMANI, Karthik; *Knowledge-based part similarity measurement utilizing ontology and multi-criteria decision making technique*. Advanced Engineering Informatics, 2010. Doi:10.1016/j.aei.2010.07.003

MUSINGUZI, Moses; TICKODRI-TOGBOA, Sandy Stevens; BAX, Gerhard. *Assessment of GIS Data Interoperability in Uganda*. Article under Review for the International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, submitted, 2010. Disponível em: < <http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijsdir/article/view/219/270> > Acesso em 01 nov. 2011.

MySQL AB. *MySQL Reference Manual*.

Disponível em: < <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.6/en/index.html> > Acesso em: 21 out. 2011.

NETO, João Alexandre de Souza. **Análise da Estrutura do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais – CNIR com vistas à sua Integração à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Pernambuco – Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação. Pernambuco – PE, 2010.

NETO, P.L.O.C. **Estatística**. São Paulo – SP. Editora Edgard Blücher Ltda, 1977.

NETO, T. B. Romildo; FILHO, B. B. B. Marcello. **Potencialidades e Aplicações de servidores de dados geográficos interoperáveis**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010. Disponível em:
<http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/CartografiaeSIG/SIG/A_160.pdf> Acesso em 04 nov. 2011.

NEUNZERT, Gaby M. ***Subdividing the Land: Metes and Bounds and Rectangular Survey Systems***. CRC Press. 2010.

NEVES, L. Fernandes, Denise. **PostgreSQL: Conceitos e Aplicações**. Editora Érica. São Paulo – SP. 2002.

NIEDERAUER, Juliano. **Web Interativa com AJAX e PHP**. Editora Novatec. São Paulo – SP, 2007.

OGC ***Geography Markup Language (GML) – Implementation Specification 3.0***. Open GIS. Consortium, 2003. Disponível em:
<<http://www.opengis.org/techno/documents/02-023r4.pdf>>
Acesso em: 15 jan. 2004.

OGC – Open Geospatial Consortium, Inc. **Portal**.
Disponível em: < <http://www.opengeospatial.org/> >

Acesso em: 10 jan. 2005.

OLAYA, Víctor. *Sistemas de Información Geográfica*. Version 1.0 de 24 de marzo de 2011. Disponível em:

< http://forge.osor.eu/docman/view.php/13/577/Libro_SIG.zip >

Acesso em: 13 out. 2011.

OOSTEROM, Peter van; ZLATANOVA, Sisi.; *Creating Spatial Information Infrastructures: Towards the Spatial Semantic Web*. CRC Press. 2008.

OpenGEO. **Plano Diretor de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Fortaleza**. Fortaleza – CE, 2007. Disponível em:

< <http://www.uem.fortaleza.ce.gov.br/plano-diretor-geoprocessamento-v99-20nov2007.pdf> > Acesso em: 21 nov. 2007.

Open Source GIS. **Portal**.

Disponível em: < <http://opensourcegis.org/> >

Acesso em: 07 dez. 2008.

ORTIZ, Luiz Jonas. **Geoestatística**.

Disponível em: <<http://www.gpsglobal.com.br/Artigos/Geoestat.html>>

Acesso em: 13 jul. 2006.

OSBORN, A. F. *Applied Imagination*. Buffalo: Creative Education Foundation, 3 ed., 1993.

OSGeo.org – *Feature Data Objects Open Source*. 2005.

Disponível em:< <https://fdgeo.org/overview.html> >

Acesso em: 10 set. 2006.

OSSES, José Roberto. **Arquiteturas Cliente-Servidor para Disseminação de Dados Geográficos**. Dissertação de Mestrado do Curso de Computação Aplicada. INPE, São José dos Campos, 2000. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/teses/jroberto/tesejro.pdf> > Acesso em: 31 out. 2010.

PAINHO, Marco; SENA, Ricardo; MOTA, Francisco; SILVA, Henrique; ROSEIRO, Hugo; MATOS, Pedro; RODRIGUES, Daniel; RODRIGUES, Nuno; ALVES, Henrique. **Desenvolvimento de Aplicações WebGIS utilizando a especificação Web Mapping Server do Opengis**. Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação Universidade Nova de Lisboa. Portugal. 2002. Disponível em: <http://www.igeo.pt/IGEO/portugues/servicos/Cdi/biblioteca/Publicacao sIGP_files/esig_2002/papers/p076.pdf> Acesso em: 08 ago. 2006.

PASTORELLO, Zonta Jr. Gilberto; SENRA, Dias Arruda Rodrigo; MEDEIROS, Bauzer Claudia. *A Standards-based framework to Foster geospatial data and process interoperability*. Journal of the Brazilian Computer Society, 2009; 15(1):13-35.

PEACHAVANISHA, Ratchata; KARIMI, Hassan A.; AKINCI, Burcu; BOUKAMP, Frank; *An ontological engineering approach for integrating CAD and GIS in support of infrastructure management*. Advanced Engineering Informatics, v. 20 p.71-88, 2006.

PELEGRINA, Marcos Aurélio. **Diagnóstico para Gestão do Imposto Predial e Territorial Urbano**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis SC, 2009. Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1197 > Acesso em: 01 jul. 2010.

PESSOA, Márcio. **Segurança em PHP: desenvolva programas PHP com alto nível de segurança e aprenda como manter os servidores web livres de ameaças**. Editora Novatec. São Paulo – SP. 2007

PETRI, Murilo Sérgio. **Modelo para Apoiar a Avaliação das Abordagens de Gestão de Desempenho e Sugerir Aperfeiçoamentos: Sob a Ótica Construtivista**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2005. Disponível em: <<http://www.deps.ufsc.br/~ensslin/SMP-2005.pdf>> Acesso em: 10 jun. 2005.

PINA, Maria de Fátima; SANTOS, Simone M. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. Brasília: OPAS, 2000. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/cursode/fulltext/Livro_cartog_SIG_saude.pdf> Acesso em: 01. Fev. 2001.

PINTO, Rocha Barreto, Gustavo; MEDEIROA, Palma J. Sergio; SOUZA, Moreira de, Jano; STRAUCH, Celia Mercedes, Julia; MARQUES, Rosana Ferreira, Carlete. *Spatial data integration in a collaborative design framework*. ACM Digital Library – Communications. Vol. 46, 2003, pp. 86-90.

PIVATO, Abichabki Marina. *Mineração de regras de associação em dados georreferenciados*. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação e Matemática Computacional do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC USP, São Carlos – SP, 2006.

POSENATO, Daniele; LANATA, Francesca; INAUDI, Daniele; SMITH, Ian F.C.; *Model-free data interpretation for continuous monitoring of complex structures*. Advanced Engineering Informatics, v. 22 n.1 p.135–144, 2008.

PREFEITURA Municipal de Itajaí – **Mapas**, 2010. Disponível em: <<http://www.itajai.sc.gov.br/mapas.php>>. Acesso em: 12 dez. 2010.

PRESSMAN, S. Roger. **Engenharia de Software**. 5ª. Edição. Rio de Janeiro – RJ. Editora McGraw-Hill, 2002.

PRESSMAN, S. Roger. **Engenharia de Software**. 6ª. Edição. Rio de Janeiro – RJ. Editora McGraw-Hill, 2006.

PRESSMAN, S. Roger. **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**. 7ª. Edição. Rio de Janeiro – RJ. Editora McGraw-Hill, 2011.

PRESSMAN, S. Roger. *Web Engineering: An Agile Discipline*. Palestra no XXI Simpósio Brasileiro de Banco de Dados e XX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software. Florianópolis-SC, 2006. Disponível em: <<http://www.rspa.com/download/Brazil2006.ppt>>
Acesso em: 01 nov. 2006.

PRESSMAN, S. Roger.; LOWE, David. **Engenharia Web**. Rio de Janeiro – RJ. Editora LTC, 2009.

PY, Hesley da Silva. **A INDE, estágio atual e próximos passos**. GGP - Geotecnologias na Gestão Pública – Meeting 2011. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Disponível em:
< <http://www.ggp2011.uerj.br/download.php?destino=apres2> >
Acesso: 27 set. 2011.

QIANG, Weizhong; KONSTANTINOV, Aleksandr; ZOU Deqing; YANG, Laurence T.; *A Standards-based Interoperable Single Sign-on Framework in ARC Grid Middleware*. Accepted Manuscript. Journal of Network and Computer Applications. 2011.

QUATRANI, Terry. **Modelagem Visual com Rational Rose 2000 e UML** – Tradução Savannah Hartmann. Editora Ciência Moderna. Rio de Janeiro – RJ. 2001.

QUINLAN, J. Ross: *Discovering rules by induction from large numbers of examples: a case study*. In D. Michie, editor, *Expert systems in the micro-electronic age*. Edinburg University Press, 1979.

QUINLAN, J. Ross: *Induction of decision Trees*. Kluwer Academic Publishers, 1986.

QUINLAN, J. Ross: *Simplifying decision trees*. International Journal of Man-Machine Studies, 1987.

QUINLAN, J. Ross: *C4.5 Programs For Machine Learning*. Morgan Kaufmann Publishers, California, 1993.

RAGHAVAN, Venkatesh; SANTITAMNONT, Phisan; MASUMOTO, Shinji. *Training Notes on Spatial Data Sharing using Open Source and Free Software*. 2003. Disponível em:
< http://dl.maptools.org/dl/maplab/web_gis_en.zip >
Acesso em: 19 jul. 2006.

RAGHU, T.S.; CHEN, Hsinchun; *Cyberinfrastructure for homeland security: Advances in information sharing, data mining, and collaboration systems*. Decision Support Systems, v. 43 n.4 p. 1321–1323, 2007.

RAINER Simon, Peter Fröhlich. *A mobile application framework for the geospatial web*. Proceedings of the 16th International Conference on World Wide Web, Banff, Alberta, Canada, pp: 381-390, 2007.

RAMOS, Frederico. **Grupo de Trabalho Migração para Software Livre – Grupo Temático de Georreferenciamento Livre**, 2005. Disponível em:
<<http://guialivre.governoeletronico.gov.br/gtmsl/GeoReferenciamento>>
Acesso em: 19 set. 2006.

RANGEL, Alexandre. **MySQL – Projeto Modelagem e Desenvolvimento de Banco de Dados**. Editora Alta Books. Rio de Janeiro – RJ. 2004.

REIS, Christian. **Minicurso sobre Software Livre**. Universidade de São Paulo. 2003. Disponível em:
<<http://www.async.com.br/~kiko/MinicursoUSP2003/>>
Acesso em: 09 set. 2006.

RIGAUX, Philippe; SCHOLL, Michel; VOISARD, Agnès. *Logical Models and Query Languages*. Spatial Databases With Application to GIS, p. 69-111, 2007. Doi:10.1016/B978-155860588-6/50005-1

ROGERS, Rick; LOMBARDO, John; MEDNIEKS, Zigurd; MEIKE, Blake. **Desenvolvimento de Aplicações Android: programação com o SDK do Google**. Editora Novatec, São Paulo – SP, 2009.

ROSA, Roman. Da, Leonardo. **Uma Ferramenta de Apoio a Determinação de Equivalências Semânticas Entre Esquemas GML Utilizando Ontologias OWL**. Trabalho Conclusão de Curso de Graduação em Sistemas de Informação. UFSC – Florianópolis SC, 2006.

ROY, B. *Decision-aid and decision making*. In: BANA e COSTA (ed.) Readings in Multiple Criteria Decision Aid, Berlin: Springer, pp. 17-35, 1990.

ROY. B. *Decision Science or Decision-Aid Science?* European Journal of Operational Research, n.66 pp. 184-203, 1993.

ROY. B., VANDERPOOTEN, D. *The European School of MCDA: Emergences, Basic Features and Current Works*. Journal of Multicriteria Decision Analysis, v.5 pp. 23-38, 1996.

ROY, B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.

RUSSEL, Stuard; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

SANTANA, Osvaldo. GALESI, Thiago. **Python e Django: Desenvolvimento ágil de aplicações web**. Editora Novatec, São Paulo – SP. 2010.

SANTOS, D. Carlos. *Open Source Software Projects' Attractiveness, Activeness, and Efficiency as a Path to Software Quality: An Empirical Evaluation of Their Relationships And Causes*. Thesis – Southern Illinois University Carbondale. Pp: 9-65, 2009.

SANTOS, R. Cleon. **Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – Textos Escolhidos**. Publicação Universidade Livre do Meio Ambiente – UNILIVRE. Curitiba – PR. 2003.

SANTOS, Saraiva dos, Clesio; AZEREDO, A. Paulo. **Tabelas: Organização e Pesquisa**. Porto Alegre RS. Ed. Sagra Luzzatto. 2003.

SAUVÉ, Jacques Philippe. **O que é um framework?**

Disponível em:

<<http://www.dsc.ufcg.edu.br/~jacques/cursos/map/html/frame/oque.htm>>

Acesso em: 01 de mai. 2007.

SCHUENCK, Michael; SOARES G., Valéria. **Mecanismos para intercâmbio de dados geográficos através de web services**. Geoinfo2004 - VI Symposium on GeoInformatics. Volume (6) pp.321-330, 2004 . Disponível em:

< <http://www.dpi.inpe.br/geoinfo/geoinfo2004/papers/5989.pdf> >
Acesso em: 01 jan. 2008.

SCRUTON, Roger. *The Palgrave Macmillan Dictionary of Political Thoughts*. London, MacMillan Press, 1982.

SECOVI-SP. **A Indústria imobiliária e a qualidade ambiental: subsídios para o desenvolvimento urbano sustentável**. Ed. PINI. São Paulo-SP. 2000.

SEI – *Software Engineering Institute* – Carnegie Mellon.
Disponível em: < <http://www.sei.cmu.edu/> >
Acesso em: 01 jun. 2007.

SHEN, Weiming; HAO, Qi; MAK, Helium; NEELAMKAVIL, Joseph; XIE, Helen; DICKINSON, John; THOMAS, Russ; PARDASANI, Ajit; XUE, Henry. *Systems integration and collaboration in architecture, engineering, construction, and facilities management: A review*. Advanced Engineering Informatics, v. 24 p. 196–207, 2010.

SHERMAN, E. GARY. *Desktop GIS Mapping the Planet with Open Source Tools*. Publisher Pragmatic Bookshelf S. Programming, 2008.
Disponível em: < <http://pragprog.com/titles/gsdgis/desktop-gis> >
Acesso em: 05 mar. 2009.

SHKLAR, Leon; ROSEN, Rich. **Web Application Architecture: Principles, Protocols and Practices**. 2nd Edition. E-Book: Wiley Desktop Edition. 2009. Disponível em:
< <http://www.webappbuilders.com> > Acesso em: 20 set. 2010.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, F. Henry; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados – 3ª. Edição Traduzida**. Editora Makron Books. São Paulo-SP. 1999.

SILVA, Nelson Peres. **Projeto e Desenvolvimento de Sistemas**. São Paulo: Érica, 2000.

SILVA, Ardemirio de Barros. **Sistemas de Informações Georeferenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas SP: Editora Unicamp, 2003.

SILVA, A. B. Rovedy. **Interoperabilidade na representação de dados geográficos: GeoBR e GML 3.0 no contexto da realidade dos dados geográficos no Brasil**. Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada - Pós-Graduação em Computação Aplicada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, 2004.

SILVA, Marcelino Pereira dos Santos. **Mineração de Padrões de Mudança em Imagens de Sensoriamento Remoto**. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2006. Disponível em:
< http://www.dpi.inpe.br/teses/marcelino/tese_marcelino.pdf >
Acessado em 18 out. 2010.

SILVA, N. Rodrigues da, Antônio; [et. al]. **SIG: uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes: uma ferramenta 3 D para análise ambiental urbana, avaliação multicritério, redes neurais artificiais**. São Carlos – SP. Editora dos Autores, 2004.

SILVA, P. Ricardo. **UML: Modelagem Orientada a Objetos**. Florianópolis SC: Editora Visual Books, 2007.

SILVA, S. Maurício. **jQuery: a biblioteca do programador JavaScript**. São Paulo – SP. Editora Novatec, 2008.
Disponível em: < <http://www.livrojquery.com.br/> >
Acesso em: 04 jan. 2009.

SMITH, T.R.; MENON, S.; STAR, J.; ESTES, J. E. *Requirements and Principles for the Implementation and Construction of Large-Scale Geographical Information Systems*. International Journal of Geographical Information Systems. V. 1, 13-31, 1987.

SOARES, Wallace. **PHP 5: Conceitos, Programação e Integração com Banco de Dados**. Editora Érica. São Paulo – SP. 2004.

SOARES, Wallace. **Crie um Framework para Sistemas Web com PHP5 e AJAX**. Editora Érica. São Paulo – SP. 2009.

SOCIAL CHANGE Online Pty Ltd. *The Web Mapping Services Model*, Australia, 2006. Disponível em:

< <http://webmap.socialchange.net.au/webmapping/overview.html> >

Acesso em: 02 jun. 2006.

SOIBELMAN, Lucio; WU, Jianfeng; CALDAS, Carlos; BRILAKIS, Ioannis; LIN, Ken-Yu; *Management and analysis of unstructured construction data types*. Advanced Engineering Informatics, v. 22 p. 15–27, 2008.

SOFTEX – **Sociedade Brasileira para Promoção da Exportação de Software**. Disponível em: < <http://www.softex.br/> >

Acesso em: 01 mai. 2009.

SOFTWARE LIVRE NO GOVERNO DO BRASIL. **Objetivos da Implementação de Software Livre**, 2006. Disponível em:

<<http://www.softwarelivre.gov.br/clientes/softwarelivre/softwarelivre/planejamento-cisl/planejamentos-antiores-1/ObjetivosPlanejamento>>

Acesso em: 06 out. 2010.

SPB – Software Público Brasileiro – **Portal para desenvolvimento da política de software livre no Brasil**. Governo Federal do Brasil. Disponível em: < <http://www.softwarepublico.gov.br/> > Acesso em: 20 jan. 2011.

STAIR, Ralph M. **Princípios de Sistemas de Informação: uma abordagem gerencial**. 2. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

STALLMAN, M. Richard. *Free Software, Free Society*. 2002. Disponível em: < <http://www.gnu.org/doc/fsfs-ii-2.pdf> > Acesso em: 10 out. 2011.

STALLMAN, M. Richard. *Free as in Freedom (2.0): Richard Stallman and the Free Software Revolution*. 2010. Disponível em: < <http://static.fsf.org/nosvn/faif-2.0.pdf> > Acesso em: 17 nov. 2011.

STAR, Jeffrey. *Geographic Information Systems: na introduction*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 1990.

STEUDLER, Daniel; TÖRHÖNEN, Mika-Petteri. *FLOSS in Cadastre and Land Registration*. Edition by Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. Roma, Italy, 2010 p. 4-49. Disponível em: < http://www.fig.net/pub/fao/floss_cadastre.pdf > Acesso em: 01 jul. 2010.

TANENBAUM, Andrew. **Sistemas operacionais modernos**. Rio de Janeiro: LTC. 1999.

TAN, Pang-Ning; STEINBACH, Michael; KUMAR, Vipin; **Introdução ao DATAMINING: Mineração de dados – Tradução**. Rio de Janeiro RJ: Editora Ciência Moderna Ltda., 2009.

TerraME Projeto do Laboratório Associado INPE/UFOP.

Disponível em: < <http://www.terralab.ufop.br/dokuwiki/doku.php> >
Acesso em: 30 jun. 2009.

THAKKAR, Snehal; KNOBLOCK, A. Craig; AMBITE, L. Jose. ***Quality-Driven Geospatial Data Integration***. Proceedings of the 15th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems ACM GIS. New York, USA. Vol. 1 pp 115-122, 2007.

THOMÉ, R. **Interoperabilidade em geoprocessamento: conversão entre modelos conceituais de Sistemas de Informação Geográfica em comparação com o padrão Open GIS**. Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998. Disponível em:
< <http://www.dpi.inpe.br/teses/thome/> > Acesso em: 20 mar. 2004.

TOBLER, Waldo. NCGIA - National Center for Geographic Information and Analysis. ***Portal – Types Cartograms***. Disponível em:
< http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/Cartogram_Central/types.html >
Acesso em: 17 nov. 2011.

TOMLIN, C. Dana. ***Geographic Information Systems and Cartographic Modeling***. Prentice Hall Inc. New Jersey.1990.

TRIOLA, F. Mario. **Introdução a Estatística**. Sétima Edição – Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro – RJ. 1999.

TSALGATIDOU A., PILIOURA, T.; ***An Overview of Standards and Related Technology In Web Services***. International Journal of Distributed and Parallel Databases. Special Issue on E-Services. Publisher Springer Netherlands. Disponível em:
<<http://www.springerlink.com/content/12746455w4674t04/fulltext.pdf?page=1>> Acesso em: 10 nov. 2008.

TSOU, Ming-Hsiang. *A Dynamic Architecture for Distributing Geographic Information Services on the Internet*. Phd Thesis – University of Colorado at Boulder, 2001. Disponível em: <<http://map.sdsu.edu/tsou/papers/diss-tsou-short.doc>> Acesso em: 11 jan. 2009.

TU, S.; XU, L. ; ABDELGUERFI M.; RATCLIFF, J. J.; *Achieving interoperability for integration of heterogeneous COTS geographic information systems*. ACM Press New York, NY, USA, 2002 p. 162 – 167. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=585147.585182&CFID=21929120&CFTOKEN=99466502>> Acesso em: 11 jan. 2009.

UCGIS. University Consortium for Geographic Information Science. *Next Steps for UCGIS Research Agenda Background about Grand Challenges for GIScience Research*. 2005. Disponível em: <<http://www.ucgis.org/priorities/research/2006research/2006ResearchNextStepsBackground.htm>>. Acesso em: 23 nov. 2011.

UCHOA, Helton Nogueira; FERREIRA, Paulo Roberto; BRITO, Jorge L. N. e Silva. **Open GEOFramework: o futuro do Geoprocessamento. OpenGeo**. Disponível em: <<http://www.opengeo.com.br/download/opengeoframework-sbc-v13-06102005.pdf>> Acesso em: 28 abr. 2006.

UCHOA, N. Helton; BARBOSA, Ivanildo; SILVA, A Robson; FERREIRA, R. Paulo; SILVA, P. Márcia. **Software Livre para Área de Geotecnologias**. Disponível em: <http://www.fatorgis.com.br/arth_s.asp> Acessado em: 10 mar. 2007.

UMN MapServer – *Project Documentation*
Disponível em: <<http://mapserver.gis.umn.edu/>>
Acesso em: 13 jul. 2005.

UNDER-LINUX.org. **Progressão mínima para o Linux, mas espetacular para o MAC OS X.** Disponível em: < <http://under-linux.org/8071-progressao-minima-para-linux-mas-espetacular-para-o-mac-os-x.html> > Acessado em: 12 mai. 2008.

VINCKE, P. *Multicriteria Decision Aid*. New York: John Wiley, 1992.

VON WINTERFELDT, D.; EDWARDS, W. *Decision Analysis and Behavioral Research*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

XIAOFANG, Wu; ZHONGLIANG, Cai; GUOFENG, Wu; QINGYUN, Du. *Integration and sharing of geo-spatial data based on data engine*. Journal Geo-Spatial Information Science. Vol. 6 (4), pp. 27-31, 2003. DOI: 10.1007/BF02826946

XIONG, Demin. LIN, Hui. *Spatial Data Handling for ITS: Perspective, Issues and Approaches*. Kluwer Academic Publishers. GeoInformatica Vol. 4 (2), pp. 215-230, 2000. DOI: 10.1023/A:1009832424731 Disponível em: < <http://www.springerlink.com/content/v60783118r8xg114/fulltext.pdf> > Acesso em: 01 nov. 2011.

W3C – *Geospatial Vocabulary*. 2007. Disponível em: <<http://www.w3.org/2005/Incubator/geo/XGR-geo-20071023/>> Acesso em: 01 jul. 2011.

W3C - *XML Technologies including XML, XML Namespaces, XML Schema, XSLT, Efficient XML Interchange (EXI), and other related standards*. 2008. Disponível em: < <http://www.w3.org/standards/xml/> > Acesso em: 17 nov. 2011.

W3C – *OWL 2 Web Ontology Language - Structural Specification and Functional-Style Syntax*. 2009. Disponível em:

< <http://www.w3.org/standards/semanticweb/> >
Acesso em: 01 jul. 2011.

W3C – *Standards Web Semantic*. 2010. Disponível em:
< <http://www.w3.org/standards/semanticweb/> >
Acesso em: 17 nov. 2011.

WATERS, Robin ; BEARE, Matt; WALKER, Rob; MILLOT, Michel. *Schema Transformation for INSPIRE*. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. Vol.6, 1-22, 2011.
Disponível em:
< <http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijsdir/article/view/212/285> >
Acesso em: 31 out. 2011.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Análise e projeto de sistemas de informação orientados a objetos**. Editora. Elsevier. Rio de Janeiro – RJ, 2004.

WIRFS-BROCK, R.; WILKERSON B.; WIENER L. *Designing Object-Oriented Software*. Prentice Hall, 1990.

WITTEN, Ian H.; FRANK, Eibe. *Data mining: practical machine learning tools and techniques with Java implementations*. Morgan Kaufmann Publishers. San Francisco – Califórnia. 1999.

WITTEN, Ianh; FRANK, Eibe. *Data mining: practical machine learning tools and techniques* (Second edition). Morgan Kaufmann Publishers. San Francisco-CA, USA, pp: 37-76 (2); 2005.

WU, Huayi; LI, Zhenlong; ZHANG, Hanwu; YANG, Chaowei; SHEN, Shengyu. *Monitoring and evaluating the quality of Web Map Service resources for optimizing map composition over the internet to support decision making*. Journal Computers & Geosciences. Vol. 37 (4) pp.485-494, 2011. doi:10.1016/j.cageo.2010.05.026

YANG, Chaowei; RASKIN, Robert; GOODCHILD, Michael; GAHEGAN, Mark; ***Geospatial Cyberinfrastructure: Past, present and future***. Computers, Environment and Urban Systems, v. 34 n. 4 p. 264–277, 2010. Doi:10.1016/j.compenvurbsys.2010.04.001

YING, Fangli; MOONEY, Peter. ***A Model for Progressive Transmission of Spatial Data Based on Shape Complexity***. Highlights from SISAP 2010 – ACM SIGSPATIAL GIS 2010 PhD Showcases. Istanbul, Turkey, 2010 vol.2 – 3 p. 25-30. Disponível em: <<http://www.sigspatial.org/sigspatial-special-issues/SIGSPATIALSpecialVol2Num3Nov2010.pdf> > Acesso em: 21 out. 2010.

YING, Josh Jia-Ching; LU, Eric Hsueh-Chan; LEE, Wang-Chien; WENG, Tz-Chiao; TSENG, Vincent S. ***Mining user similarity from semantic trajectories***. LBSN'10 Proceedings of the 2nd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location Based Social Networks. New York, USA, 2010 p. 19-26. <doi> <http://dx.doi.org/10.1145/1867699.1867703>

ZANELA, I. J. **As Problemáticas Técnicas no Apoio à Decisão em um Estudo de Caso de Sistemas de Telefonia Móvel Celular**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia de Produção, Florianópolis SC, 1996.

ZARINE Kemp, Lei Tan, Jacqueline Whalley. ***Interoperability for geospatial analysis: a semantics and ontology-based approach***. ADC '07: Proceedings of the eighteenth conference on Australasian database – Vol. 63, pp: 83-92, 2007.

ZHANGA, Chuanrong, ZHAOB, Tian; LI, Weidong. ***Automatic search of geospatial features for disaster and emergency management***. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 12 n. 6 p. 409–418, 2010.

APÊNDICE B – PRINCIPAIS SOFTWARES ADOTADOS NO TRATAMENTO DE DADOS GEOGRÁFICOS

Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
3map [License: ?]	SIG 1	O projeto 3map é desenvolvimento para o planeta terra, é um projeto de Software Livre construído com o apoio do Fundo de banda larga Telstra que fornece os recursos de cliente e servidor para entregar o <i>Web Augmented Virtual Earth</i> .	http://www.ping.com.au/
ALOV Map/TMJava 0.96 15/12/2003 open source	WM 2	Desenvolvido na linguagem Java e distribuído para fins não comerciais.	http://alov.org/
Amei! [License: GNU General Public License (GPL)]	F 3	Depois do enorme sucesso de Avei! Tem-se com o projeto Amei! uma interface entre o ArcMap© e o UMN Mapserver! É integrado como extensão para usuários do ArcMap©. Ele grava arquivos de projeto para o UMN Mapserver e também converte muitos dos símbolos editados em ArcGIS.	http://www.terrestris.de/hp/de/con_amein.php
ArcView APR Parser [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	F 4	Trabalha com ArcView e leva grandes diretórios com vários arquivos consistindo de muitos projetos e tabelas e exibições, etc. Devido à complexidade dos diretórios, é impossível ver todos os links entre essas tabelas, temas. Um banco de dados contendo todas as informações relevantes ajudaria na localização de dados e reduzir o tempo de busca.	http://www.zalf.de/home_samt-lsa/parser/parser.html
AutoREALM [License: GNU General Public License (GPL)]	SIG 5	É um software de mapeamento Livre - GNU para cartógrafos que podem projetar mapas de castelos, cidades e muito mais. É utilizado por praticantes de jogos que gostam de fazer seus próprios mapas, mas pode ser adaptado.	http://autorealm.sourceforge.net/
AVCE00 [License: ?]	B 6	É uma biblioteca ANSI-C que faz projetos do Arc/Info (binário) de vetores de cobertura aparecer como E00. Permite que se possa ler e escrever coberturas binárias como se fossem arquivos E00.	http://avce00.maptools.org/avce00

Continua 2. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
AVPython [License: AVPython]	F 7	AVPython incorpora a linguagem de programação Python no ArcView GIS. Pela incorporação de Python dentro do ArcView, é possível romper com a maioria das barreiras com relação à interoperabilidade, escalabilidade e extensibilidade que o desenvolvedor enfrenta ao tentar construir uma aplicação moderna.	http://gisdeveloper.tribpod.com/avpython.html
BASINS [License: ?]	SIG 8	BACIAS é um sistema multifinalitário de análise ambiental que integra um sistema de informação geográfica (GIS), dados nacionais de bacias hidrográficas, e o estado da arte da avaliação ambiental com ferramentas de modelagem em um único pacote conveniente.	http://www.epa.gov/waterscience/ftp/basins/system/BASINS4
Batik [License: Apache Batik]	V 9	É uma tecnologia <i>Java toolkit</i> com base para aplicações ou <i>applets</i> que queiram usar imagens no formato SVG para diversos outros fins, como geração de visualização ou manipulação.	http://xml.apache.org/batik/
BBBike [License: GNU General Public License (GPL)]	SIG 10	É um sistema de informação para ciclistas de Berlim e Brandenburg na Alemanha. O aplicativo tem as seguintes características: 1) Mostrar um mapa com ruas, ferrovias, rios, parques, altitude e outras características. 2) Pesquisar e mostrar rotas entre dois pontos. A rota <i>finder</i> pode ser personalizado para combinar com as preferências de ciclistas (rota mais rápida ou mais agradável, que mantenha a direção do vento e colinas em conta etc.) 3) Uma calculadora de energia bicicleta. 4) Buscar dados automaticamente atualizados de Berlim.	http://bbbike.sourceforge.net/
BLM GIs Utilities [License: Public Domain]	S 11	Escritório de gerenciamento da terra com site em FTP para utilitários de Sistemas de Informações Geográficas.	ftp://ftp.blm.gov/pub/gis
BRL CAD! [License: ?]	SIG 12	O pacote BRL-CAD é uma poderosa ferramenta para Geometria Construtiva de Sólidos (CSG) sistema de modelagem sólida.	http://brlcad.org/

Continua 3. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
BuddySpace [License: Academic Free License (AFL), Jabber License]	F 13	É um mensageiro instantâneo com quatro níveis: (1) permite que os mapas opcionais para visualização geográfica e escritório de plano, além de lista padrão de amigos; (2) é construída em <i>Jabber</i> de código aberto, o que torna interoperável com ICQ, MSN, Yahoo e outros; (3) é implementado em Java, por isso, é multiplataforma, (4) é construído por um laboratório de pesquisa do Reino Unido, por isso é 100% gratuito com código fonte completo e disponível.	http://kmi.open.ac.uk/projects/buddyspace
CartoWeb 3.3.0 31/08/2006 GNU (GPL)	WM 14	Solução completa de <i>web mapping</i> baseada em MapServer e webservices SOAP.	http://cartoweb.org/
CAVOR [License: GNU General Public License (GPL)]	F 15	É um framework para construção de aplicações que envolvem a modelagem e recuperação de dados gráficos e textuais. Tais aplicações incluem SIG, programas de mapeamento em CAD, bem como aplicações de gerenciamento de projetos (considerando gráficos PERT, etc), CASE (<i>Computer Aided Software Engineering</i>) ferramentas (DFDs, ERDs, etc).	http://www.cavor.org/
CGAL [License: Q Public License (QPL)]	B 16	Biblioteca computacional de algoritmos para geometria (CGAL) é um esforço colaborativo de vários sites na Europa, para construção de uma biblioteca desenvolvida na linguagem C++.	http://www.cgal.org/
cgList [License: Varies]	S 17	Esta página contém uma lista de programas de geometria computacional e demais pacotes.	http://www.geom.uconn.edu/software/cglist/
Chameleon 2.4.1 06/09/2006 open source [License: DM Solutions License]	WM 18	Toolkit para o desenvolvimento de aplicações. MapServer. É uma tecnologia de mapeamento web. Foi desenvolvido pela <i>DM Solutions</i> com o objetivo de produzir um ambiente altamente customizável e adaptável para implantar e gerenciar aplicativos de mapeamento web.	http://chameleon.mapsolutions.org/index.php?page=downloads.html

Continua 4. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
Cocoon ArcIMS [License: ?]	S 19	Esta página possui documentos para implementar um <i>wrapper</i> sobre ArcIMS utilizando Apache Cocoon.	https://www.seegrid.csiro.au/twiki/bin/view/CGIModel/CocoonArcIms
Computer Vision Library [License: Computer Vision License]	S 20	Visa estabelecer uma comunidade open source, Fornecendo um site onde esforços distribuídos pela comunidade possam ser consolidados e desempenho otimizado.	http://www.intel.com/research/mrl/research/opencv/
DCMMS GNU (GPL)	S/G 21	Um sistema de gestão de manutenção para redes de água e águas residuais. Permite armazenar as reclamações dos clientes e folhas de ordem de trabalho em questão.	http://dcmms.sourceforge.net/
Deegree 2.0 02/10/2006 GNU (LGPL)	B e F 22	É um framework java ou também conhecido como Java-API (<i>Application Programming Interface</i>).	http://www.deegree.org
Demeter Terrain Engine GNU (LGPL)	B 23	É uma biblioteca multiplataforma em C++ que torna terrenos em 3D usando OpenGL. Concebido para um desempenho rápido e uma boa qualidade visual e faz uso de técnicas avançadas, como mosaico dinâmico (<i>adaptive mesh</i>) para tornar vastas paisagens em tempo real. É escrito como um componente autônomo que pode ser facilmente integrado.	http://www.tbgsftware.com/
DEM Tools [License: GNU General Public License (GPL)]	V 24	Este pacote é útil para visualizar conjuntos MDE (Modelo Digital de Elevação) de dados e vagando em representações virtuais de vários lugares do planeta.	http://www.arq.net/%7Ekasten/demtools/

Continua 5. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
DEMViewer [License: GNU General Public License (GPL)]	V 25	É um visualizador de modelo digital de elevação escrito em Java. Com DEMViewer se pode visualizar modelos digitais de elevação gerados por ArcInfo (como arquivos ASCII) e combiná-lo com os dados (no mesmo formato de exportação ASCII ArcGrid e / ou JPG / PNG / GIF imagens).	http://www.geogr.uni-jena.de/%7Ep6taug/demviewer/
DGNLib [License: MIT]	B 26	DGNLib é um leitor de padrões para o Microstation DGN (ISFF).	http://gdal.velocet.ca/projects/dgn/index.html
Discovering Cambodia [License: GNU General Public License (GPL)]	SIG 27	Este site mostra uma solução de SIG com código aberto e serviços web baseados em mapeamento por meio do desenvolvimento de um protótipo de mapeamento on-line interativo para cobertura do Camboja através de mapas e fatos.	http://aris.cseas.kyoto-u.ac.jp/khmer/
Django 1.1 alpha 1 23/02/2009 BSD License open source	F 28	É um framework de alto nível web na linguagem Python que estimula o desenvolvimento rápido de projetos de forma enxuta e pragmática.	http://www.djangoproject.com/ http://geodjango.org
dlgvu [License: Public Domain]	V 29	É um visualizador interativo para gráficos e linhas digitais (GLD) para Unix, escrito na linguagem de programação Icon.	http://www.cs.arizona.edu/icon/oddsends/dlgvu/
Drawmap [License: GNU General Public License (GPL)]	SIG 30	É um pacote que chama mapas usando dados do United States Geological Survey (USGS). A maioria dos dados USGS é para os EUA, mas os dados GTOPO30 tem cobertura em todo o mundo. O mapa de saída é uma imagem em formato raster com extensão SUN.	http://www.ibiblio.org/linsearch/lsm/drawmap.html
EDBS [License: GNU General Public License (GPL)]	S 31	Esta página é sobre os dados topográficos do território alemão transferência do padrão EDBs / ATKIS e um leitor para este formato. Devido à natureza específica deste formato de dados, as seguintes informações estão disponíveis exclusivamente no idioma alemão.	http://www.rinners.de/edbs

Continua 6. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
edbs2wkt	B 32	Convertendo o formato EDBs GIS para banco de dados PostGIS-Espacial e outros usando uma Interface de texto bem conhecida. EDBs é um formato de arquivo alemão da ALK (<i>Automatisierte Liegenschaftskarte</i>).	http://sourceforge.net/projects/edbs2wkt
edbsilon	B 33	É um conversor de dados que entram arquivos EDB e são exportados através do conversor para vários formatos, tais como Oracle, PostGIS, Shapefiles e muitos outros.	http://edbsilon.intevation.org/
E-FOTO [License: ?]	F 34	Este trabalho visa estabelecer uma linha de pesquisa envolvendo o desenvolvimento computacional das rotinas de fotogrametria digital, utilizando uma linguagem de programação de alto nível, com o objetivo de desenvolver uma estação de trabalho fotogramétrica digital educacional.	http://e-foto.sourceforge.net/index-e.html
ElectricArc [License: ?]	F 35	É um editor gráfico de propósito geral e, como tal, ele direciona uma aplicação de gráficos para limites generalizados. Com diferentes graus de conveniência, Arco Elétrico usado para projetos, desde gráficos abstratos para circuitos eletrônicos, esquema de banco de dados, redes de computadores e vias metabólicas.	http://home.xnet.com/~Eselkovjr/ElectricArc/
Engineering Portal [License: ?]	S 36	Open Source engineering applications.	http://www.icivilengineer.com/Open_Source/
FeatureX [License: GNU General Public License (GPL)]	B 37	É um pacote autônomo e interativo com características de extração que venham a serem integradas ao projeto OSSIM.	http://www.remotesensing.org/dvp/featurex-web/
FIST [License: GNU General Public License (GPL)]	F 38	É um modelo de aplicativo de código aberto com orientação a objeto na linguagem (PHP), usado para implantar rapidamente páginas de mapeamento na web.	http://datashare.gis.unbc.ca/fist/index.php

Continua 7. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
FlightGear [License: GNU General Public License (GPL)]	F 39	Um sofisticado framework simulador de voo para o desenvolvimento e busca de ideias interessantes. É desenvolvido com base sólida que pode ser expandida e melhorada por qualquer pessoa interessada em contribuir.	http://flightgear.org/
FreeType [License: FreeType or GNU]	F 40	É um mecanismo de fonte de software que é projetado para ser pequeno, eficiente, altamente personalizável, e portátil, enquanto capaz de produzir resultados de alta qualidade. Ele pode ser usado em bibliotecas gráficas, servidores de exibição, ferramentas de conversão de fontes, ferramentas de texto de geração de imagem, e muitos outros.	http://www.freetype.org/
FMaps [License: GNU General Public License (GPL)]	SIG 41	É um Sistema de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto que armazena seus dados em um banco de dados PostgreSQL.	http://sourceforge.net/projects/fmaps/
FREEDraft [License:GNU General Public License (GPL)]	F 42	É um projeto para criar um simples sistema de CAD 2D mecânicos.	http://freeengineer.org/FREEdraft-dead.html
Fulcrum [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	B 43	É uma biblioteca Java livre que inclui componentes de interface do usuário, modelos de dados e utilitários úteis para os desenvolvedores Java, construção de aplicações de mapeamento distribuídas. As bibliotecas podem ser útil para outros fins, atualmente é orientado para a criação de aplicações que necessitam de consumir dados de mapas através de uma rede. A fonte dos dados pode vir de fontes locais (<i>stand-alone</i>) de código aberto, de servidores de mapas comerciais ou de algo mais complexo como o Consórcio OpenGIS serviços (OGC) na web.	http://fulcrum.traver setechnologies.com /

Continua 8. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
FWTools [License: Various Open Source]	F 44	É um conjunto binários de código aberto para GIS em ambientes operacionais Windows (win32) e Linux (x86). Foi anteriormente conhecido como OpenEV_FW. Os kits destinam-se a ser fácil para os usuários finais auxiliando na instalação e operacionalização. FWTools inclui OpenEV, GDAL, MapServer, PROJ.4 e OGD, assim como alguns componentes de apoio.	http://fwtools.maptools.org/
GARNIX [License: GNU General Public License (GPL)]	F 45	É um programa de comunicação que fornece uma interface de dados entre um computador com o sistema MS-DOS e um dispositivo GPS Garmin.	http://homepage.ntlworld.com/anton.helm/garnix.html
GD [License: GD License]	B 46	Uma biblioteca de gráficos para criação rápida de imagem.	http://www.boutell.com/gd/
GDAL 1.4.0 02/01/2007 open source [License: GNU General Public License (GPL)]	B 47	A Geographic Data Abstraction Library é uma biblioteca para manipulação de dados matriciais (atualmente suporta mais de 50 formatos).	http://www.gdal.org/
GDV Mapserver [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	F 48	Cliente Mapserver escrito em Javascript para clientes web.	http://www.gdv.com/webmapping/umn_client.php
gecko.NET Library and Web Service [License:] ?	B 49	É uma biblioteca nativa do Microsoft Windows sendo de código aberto e de livre distribuição. Visando serviços web para mapeamento e SIG, controle visual e biblioteca para uso em ambientes de desenvolvimento de software que suportam controles (.NET).	http://www.svggis.com/geckonet.asp

Continua 9. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
geGIS [License: GNU General Public License, Version 2]	F 50	É um framework para a geração geográfica de serviços eletrônicos baseado em serviços WMS, WMS e SOAP. Do lado do cliente é uma aplicação do navegador (<i>browser</i>), que pode visualizar e editar os dados apresentados. Pode ser Totalmente personalizável com XML.	http://www.gegis.org/
General Cartographic Transformation Package – Fortran [License: ?]	F 51	Um Pacote de Transformação Geral Cartográfica (GCTP) é um sistema de rotinas de software projetado para permitir a transformação de pares de coordenadas de uma projeção de mapa para outro.	http://gcmd.nasa.gov/records/USGS-GCTP.html
General Cartographic Transformation Package – JavaScript [License: GNU General Public License (GPL)]	F 52	Um Pacote de Transformação Geral Cartográfica - JavaScript Edition (GCTP-JS) é um Open Source conjunto de arquivos de código JavaScript usado para fornecer dinamicamente, transformações de coordenadas no lado cliente para aplicações web. Fornece capacidades de transformação para um número de tipos de projeção incluindo Lambert, Albers, UTM e outros.	http://datashare.gis.unbc.ca/gctp-js/index.php
GEO [License: GNU General Public License (GPL)]	F 53	É uma ferramenta de conversão de coordenadas de scripts.	http://homepage.ntlworld.com/anton.helms/garnix.html
Geocoder [License: GPL and Google]	B 54	Inclui um geocoder (que usa TIGER / Linha de dados para ligar endereços em latitude / longitude), um indexador simples que procura por endereços e palavras-chave em documentos, e um mecanismo de consulta para procurar documentos correspondentes em determinadas palavras-chave que também contém endereços dentro uma determinada distância de um local de destino.	http://ofb.net/~egnor/google.html

Continua 10. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
geocoder.us [License: GNU General Public License (GPL)]	B 55	É um serviço público que fornece a geocodificação de endereços livres e cruzamentos nos Estados Unidos. O serviço de geocodificação depende Geo::Coder::EUA, um módulo Perl disponível para download a partir do CPAN.	http://www.geocoder.us/
GeoCommunity [License: Varies]	S 56	Página de tradutores GeoComm coleção de utilitários para tradução.	http://software.geocomm.com/translators/
GEODAS [License: free for noncommercial use]	SIG 57	GEODAS (Sistema de Dados Geofísicos) é um sistema de gerenciamento de banco de dados interativo desenvolvido pelo National Geophysical Data Center (NGDC) para uso na assimilação, armazenamento e recuperação de dados geofísicos.	http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gdas/gx_announce.html
GeoIP API [License: GNU General Public License (GPL)]	B 58	É uma coleção de APIs para procurar a localização de um endereço IP. Ele inclui suporte para pesquisa de país, região, cidade, latitude e longitude..	http://www.maxmind.com/app/api/
GeoJasPer [License: ?]	B 59	É uma fonte livre e aberta para conversão de imagens em linha de comando entre JPEG2000 e outros formatos. ie Converte dados de imagem de um formato para outro, transferência de informações entre GeoTiff e GeoJp2 (GeoJpeg2000).	http://www.dimin.net/software/utills.html
GeoKettle [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	F 60	É uma versão do Pentaho Data Integration (Kettle) para ETL. É um poderoso driver de metadados para ferramenta de ETL (<i>Extract, Transform and Load</i>) dedicada à agregação de diferentes fontes de dados.	http://geosoa.scg.ulaval.ca/en/index.php?module=pagema ster&PAGE_user_op=view_page&PAGE_id=17

Continua 11. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
GeoNetwork OpenSource [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	F 61	É uma aplicação de catálogo para gerenciar os recursos referenciados espacialmente. Fornece a edição de metadados e funções poderosas de pesquisa, bem como visualizador de mapas interativo na web. Atualmente é usado em inúmeras iniciativas de infraestrutura de dados espaciais em todo o mundo. Implementa várias normas internacionais de metadados geográficos (ISO19115 / ISO19119 / ISO19111) e padrão OGC.	http://geonetwork.sourceforge.net/
GeOxygene [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	F 62	Visa proporcionar uma estrutura aberta que implementa OGC / ISO especificações para o desenvolvimento e implantação de barreiras geográficas (GIS) aplicações. É uma contribuição de código aberto do laboratório COGIT na IGN (Institut National Géographique), a Agência Nacional Francesa de mapeamento. É baseado em Java e tecnologias de código aberto e oferece aos usuários um modelo de dados extensível (características geográficas, topologia, geometria e metadados) implementa OGC e ISO.	http://oxygene-project.sourceforge.net/
geoR 1.6-13 26/12/2006 GNU (GPL) Version 2	A 63	Pacote de geoestatística para uso através da suíte estatística R	http://cran.r-project.org/src/contr/ib/Descriptions/geoR.html
GeoRuby [License: MIT]	B 64	GeoRuby fornece tipos geométricos de dados através das especificações do OGC "Simple Features for SQL". Um plugin para o Rails que gerencia colunas geométricas do PostGIS.	http://rubyforge.org/projects/georuby/
GEOS 3.0.0 02/02/2007 open source [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	B 65	O <i>Geometry Engine OpenSource</i> é uma biblioteca C++ derivada da JTS. É usada em softwares como MapServer e PostGIS para prover funcionalidades de análise e validação topológica.	http://geos.refractor.net/

Continua 12. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
GeoServer 1.5.0 02/10/2006 License: GNU General Public License (GPL)]	F 66	O projeto GeoServer é uma implementação em Java J2EE de especificações do Consórcio OpenGeospatial para o servidor web de características WFS, é mantido pelo Projeto de Planejamento Open (TOPP) http://www.openplans.org/	http://docs.codehaus.org/display/GEOS/Latest http://geoserver.sourceforge.net/html/index.php
GeoToad [License: ?]	F 67	É um software livre para ajudar a acelerar a parte chata de geocaching: escolhendo o cache e coleta de dados. É uma ferramenta para armazenamento em qualquer lugar.	http://toadstool.se/hacks/geotoad/index.php
GeoTools 2.2 06/04/2006 GNU (LGPL)	B, F 68	Biblioteca desenvolvida em Java provê métodos e padrões para a manipulação de dados geoespaciais. Exemplo: padrões OGC para o desenvolvimento de SIGs. Também é um kit de ferramentas para mapeamento com base em mapas visualizados de forma interativa em navegadores web sem a necessidade de suporte dedicado.	http://www.geotools.org
Geotools.Net [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	B 69	É um conjunto de bibliotecas para plataforma (.NET), úteis no tratamento de informações geográficas. O projeto iniciado como alternativa portátil do padrão Java JTS/1.2 para a linguagem C#, onde também são implementadas especificações OpenGIS.	http://geotoolsnet.sourceforge.net/Default.html
GeoVista Studio [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	F 70	É um ambiente de desenvolvimento aberto de software projetado para dados geoespaciais. É um ambiente de programação livre que permite aos usuários criar rapidamente aplicações para geocomputação e visualização geográfica.	http://www.geovistastudio.psu.edu/
GEOTRANS Geographic Translator	F 71	É um (Tradutor Geográfico), ou seja, um programa de aplicação que permite aos usuários facilmente converter coordenadas geográficas entre uma grande variedade de sistemas de coordenadas, projeções de mapa e Datums. Projetado para funcionar com o Microsoft Windows (95/98/NT) e UNIX.	http://earth-info.nga.mil/GandG/geotrans/

Continua 13. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
GeoVRML [License: ?]	F 72	É um esforço para fornecer suporte a representação e visualização de dados geográficos usando o padrão VRML97 (<i>Virtual Reality Modeling Language</i>).	http://www.geovrml.org/
GFC [License: ?]	B 73	GFC (Geographic Foundation Class library), é um conjunto de classes C++ definindo tipos básicos de dados geográficos, incluindo pontos, linhas, retângulos, círculos, anéis, polígonos complexos, imagens rasters, e outros tipos atômicos de dados, tais como inteiro, real, varchar entre outros.	http://remotesensing.org/download/g.php3#GFC ftp://ftp.intevation.de/freegis/misc/gfc
Ghostscript [License: GNU General Public License (GPL)]	F, B 74	Um interpretador para a linguagem PostScript e PDF, softwares relacionados e documentação.	http://www.cs.wisc.edu/%7Eghost/index.html
GISAR [License: ?]	F 75	É um projeto para modelo de dinâmica de objetos reais 2D, 3D (por exemplo, ruas, estradas, casas, telefones, clientes, etc), que podem ser usados para o desenvolvimento de qualquer modelo funcional e visual do sistema real. Também usado em SIG, fornece o estado real de dados para todos os clientes conectados para qualquer alteração de objetos do modelo a qualquer momento.	http://gisar.sourceforge.net/ENG/Index.htm
GIServer [License: ?]	F, B 76	O GIServer é uma iniciativa do projeto inovaGIS que dá livre acesso às funções GIS através da Internet. É apenas necessário ter um navegador de Internet (como o Netscape) com formulários.	http://www.inovagis.org/giserver/
GIS Knoppix [License: varies]	F 77	É uma distribuição Linux voltada para softwares SIG.	http://www.sourceforge.com/sources/softwares/gis-knoppix/
GISToolKit (LGPL)	F, B 78	É uma fonte aberta na linguagem java toolkit para a construção de aplicações espaciais. Tem alguma habilidade para ler dados de uma variedade de fontes de dados e para mostrar esses dados.	http://gistoolkit.sourceforge.net/

Continua 14. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
gispython [License: varies]	F, B 79	É um conjunto de ferramentas para o mapeamento de diversos portais web e projetos GIS baseados em PROJ4, GEOS, GDAL / OGR, MapServer, e etree XML interface. Objetivo principal é desenvolver um novo núcleo coerente e modular para a programação geoespacial com a linguagem Python. Com recursos flexíveis, interoperáveis para programadores Python. Incluindo Shapely, OWSLib e GeoJSON.	http://gispython.org/
GIMP [License: GNU General Public License (GPL)]	F 80	É um programa de manipulação de imagem GNU. É uma peça livremente distribuída de software apropriada para tarefas para retocar fotos, composição de imagem e criação de imagem.	http://gimp.org/
Gmap 1.1.0 30/09/2005 GNU (LGPL)	WM 81	Uma aplicação completa utilizando PHP/Mapscript disponível livremente para download, incluindo dados, mapfile e todos os arquivos em php, também utiliza o pacote MapServer 4 MS4W.	http://www.maptools.org/dl/gmap-ms46.zip
GML4J [License: Apache Software License]	B 82	É uma API Java para facilitar o trabalho com a GML (http://www.gmlcentral.com). GML é um framework baseado em XML para codificação de informações de geografia adotado como um papel de recomendação pela OGC.	http://gml4j.sourceforge.net/
GMT 4.1.4 02/11/2006 [License: GNU General Public License (GPL)]	F, B 83	O projeto Generic Mapping Tools é composto de aproximadamente 60 programas em UNIX de linha de comando para manipulação e saída (geração de arquivos imagens ou PostScript) de dados geográficos. Desde a representação de simples parcelas e coordenadas (x,y) através de mapas de contorno para superfícies, visualizações de perspectiva em 3D, preto/branco, tons de cinza dentre outros.	http://gmt.soest.hawaii.edu/
Gnuplot GNU (LGPL)	F, B 84	É um conjunto de programas com função interativa de plotagem. Pode ser usado para plotar funções e pontos de dados com duas ou três dimensões, e também em vários formatos.	http://www.gnuplot.info/

Continua 15. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
Google Fusion [License: Google]	F, B 85	É uma ferramenta de visualização de dados do Google com suporte a arquivos grandes (CSV < 100mb). Entre suas funções estão o georreferenciamento automático a partir de texto, a exibição de linhas do tempo entre outros. Deve-se ter cuidado com o formato dos campos: datas, por exemplo, precisam estar em mês, dia e ano com a seguinte máscara (mm/dd/aa).	http://tables.googleabs.com
Google Refine [License: New BSD]	F, B 86	É um software livre para limpar e vincular diferentes bases de dados, criar RDF tripos RDF e expor webservice.	http://code.google.com/p/google-refine
Gpc GNU (GPL)	B 87	Uma biblioteca flexível e altamente robusta para definição de polígonos e operações para uso com aplicativos na linguagem C. Estima-se que a biblioteca GPC tenha milhares de usuários em todo o mundo.	http://www.cs.man.ac.uk/aig/staff/alan/software/
GPS3d [License: Public Domain]	F, B 88	É uma coleção de utilitários para manipular dispositivos GPS a partir do seu PC e visualizar o resultado em 3D. Mesmo sem um dispositivo GPS, você ainda pode usar para jogar interativamente GPS3d com um modelo 3D de textura mapeada da terra.	http://www.mgix.com/gps3d/
GPSBabel 1.3.2 08/11/2006 GNU (GPL)	B 89	Conversor de dados de dispositivos GPS. Com o GPSBabel é possível converter <i>trackpoints</i> e <i>waypoints</i> para diversos formatos de GPS.	http://www.gpsbabel.org/
GpsDrive GNU (GPL)	F 90	É adequado para veículos (bicicleta, navio, avião) sistema de navegação. Gpsdrive exibe sua posição através do receptor GPS NMEA em um mapa, o arquivo do mapa é auto selecionado, dependendo da posição e escala de preferência.	http://www.gpsdrive.de/
GPSMan GNU (GPL)	F 91	É um gerenciador gráfico de dados GPS que possibilita a inspeção, preparação e edição de dados de GPS em um ambiente amigável.	http://www.ncc.up.pt/gpsman/

Continua 16. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
Gpspoint GNU (GPL)	F 92	Um programa para transferir a posição, de pontos, rotas e trilhas do seu GPS para o computador.	http://freshmeat.net/projects/gpspoint/?topic_id=97%2C861
GPStrans GNU (GPL)	F, B 93	É um comunicador do receptor GPS Garmin e permite que um usuário faça upload e download de pontos, rotas, elementos da órbita do satélite, e rotas de pista.	http://www.aac.uc.pt/%7Eseabra/
gpsutils GNU (GPL)	F, B 94	É uma biblioteca para GPs para aplicações diversas. Visa auxiliar no pós-processamento dos dados brutos como a Garmin GPS35 TracPak.	http://www.wombat.ie/gps/
Grace GNU (GPL)	F, B 95	É uma ferramenta WYSIWYG 2D para plotagem em ambientes diferentes.	http://plasma-gate.weizmann.ac.il/Grace/
GrADS [License: Grads License]	F, B 96	É uma ferramenta de análise grid e um visualizador para trabalho interativo que é utilizado para facilitar o acesso, manipulação e visualização de dados científicos da terra. É implementado em todo o mundo em uma variedade de sistemas operacionais e distribuído livremente na Internet.	http://grads.iges.org/grads/
GRASS 6.2 30/08/2006 GNU (GPL)	SIG 97	Desenvolvido na linguagem C e C++ é um sistema completo para processamento, incluindo dados vetoriais e raster. GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System) é um sistema aberto de Informação Geográfica (SIG) para temáticas topológicas, processamento de imagem, funcionalidade e gráficos de produção que funciona em várias plataformas através de uma interface gráfica do usuário e shell no X-Windows.	- análise espacial - digitalização - edição de topologia http://grass.itc.it/
GRASSLinks [License: GRASSLinks License]	F, B 98	É um conjunto de ferramentas para oferecer acesso público aos dados ambientais. Precisa apenas ter um navegador da Web e acesso à Internet para acesso ao banco de dados espacial aliado a um poderoso SIG. Fornece um protótipo para a cooperação e compartilhamento de dados entre as agências de planejamento ambiental, grupos de ação pública, cidadãos etc.	http://www.regis.berkeley.edu/glinks/about_gl.html

Continua 17. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
GSLIB [License: ?]	B, F 99	É uma biblioteca aliada a um software geoestatística. Este nome foi usado originalmente para uma coleção de programas geoestatísticos desenvolvidos pela Universidade de Stanford.	http://www.gslib.com/
Gstat 2.4.0 17/06/2005 GNU (GPL)	A, F 100	Software para modelagem e simulação de dados geoestatísticos em uma, duas ou três dimensões.	http://www.gstat.org
GTS Library GNU (LGPL)	B 101	É uma biblioteca para triangulação da superfície. É uma biblioteca livre fornecendo um conjunto de funções para lidar com superfícies 3D e uma malha com triângulos interligados.	http://gts.sourceforge.net/
gvSIG 1.0 01/01/2006 GNU (GPL)	SIG 102	É uma ferramenta para manipulação de informação geográfica. Com uma interface amigável, pode acessar vários formatos (raster e vetores).	http://www.gvsig.com/ http://www.gvsig.gva.es/
HidroSIG GNU(LGPL)	F 103	É um SIG escrito na linguagem Java com ferramentas especiais que permitem fazer estimativas e análise de hidrológica, variáveis climáticas e geomorfológicas.	http://cancerbero.unalmed.edu.co/~Ehidrosig/ingles
Hierarchical Triangular Mesh [License: ?]	F 104	É um esquema de particionamento para dividir a superfície da esfera em triângulos esféricos. É um esquema hierárquico e as subdivisões não são exatamente iguais.	http://www.sdss.jhu.edu/htm/
HUGO [License: Q Public License]	F, B 105	É uma aplicação para mover mapa de diferentes softwares para plataforma UNIX e vice-versa. Suporte a arquivos ESRI.	http://www.mayko.com/hugo/
I3geo 2.7 26/03/2007 GNU (GPL)	WM 106	É um sistema desenvolvido pela Coordenação de Informática do MMA, a partir da integração de diversas ferramentas computacionais livres. A exemplo do Programa Mapserver.	http://mapas.mma.gov.br/download/arquivos/
iGeoPortal GNU (LGPL)	S 107	É um portal (iGeoPortal). Possibilitando o uso de componentes para o cliente de forma modular, onde a configuração é baseada em especificações OGC WMC, WFS dentre outros.	http://deegree.sourceforge.net/src/demos.html#client

Continua 18. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
iGMT GNU(GPL)	F, B 108	É um programa destinado a tornar o trabalho com as ferramentas de Mapeamento de Genéricos (GMT) mais fácil. iGMT fornece uma interface gráfica para o usuário GMT, escrito em Tcl /Tk.	http://www.seismology.harvard.edu/~becker/igmt/
ILWIS 3.3 01/07/2007 GNU(GPL)	SIG 109	ILWIS integra imagem, arquivos de vetor e dados temáticos com inúmeras características. Até o dia 30 de junho de 2007, era distribuído somente para avaliação. Liberado para comunidade de software livre a partir do dia 1º. De julho de 2007 com o código fonte.	http://www.itc.nl/ilwis/downloads/ilwis33.asp
ImageJ [License: Public Domain]	F 110	É um programa de domínio público de processamento de imagem. Executado como um applet em linha de comando ou como um aplicativo separado, usa Java 1.1 ou superior.	http://rsb.info.nih.gov/ij/
ImageMagick [License: ?]	F 111	TM ImageMagick é uma coleção de ferramentas robustas e bibliotecas para ler, escrever e manipular uma imagem em vários formatos de imagem (mais de 68 formatos importantes) ex. TIFF, JPEG, PNG, PDF, GIF, dentre outros.	http://www.imagemagick.org/
Imagine Reader License: MIT	F, B 112	É um leitor composto em C++ com uma API para ler qualquer informação do arquivos do ERDAS Imagine, arquivos hierárquicos. Um programa de alto nível para traduzir imagens raster e dados de georreferenciamento para GeoTIFF.	http://gdal.velocet.ca/projects/imagine/ha_index.html
InetAddress Locator GNU(GPL)	F 113	Um rápido e preciso sistema de geolocalização através de IP.	http://javainetlocator.sourceforge.net/
Intergraph WMS Viewer [License: Intergraph Viewer License]	F, B 114	É um visualizador WMS da Intergraph e facilita a colaboração de informações geoespaciais armazenados em fontes WMS.	http://www.intergraph.com/interop/wmsviewer.asp
InterMap GNU(LGPL)	F, B 115	É um aplicativo de mapeamento que permite ao usuário combinar mapas interativos de servidores web distribuídos. Suporta OpenGIS WMS e ESRI ArcIMS-e pode ser totalmente integrado com Metadados GeoNetwork.	http://sourceforge.net/projects/intermap/

Continua 19. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
InteProxy	F 116	É uma ferramenta para transmissão segura via SSL assim uma como a autenticação do usuário para as aplicações baseadas em OWS que não suportam esses recursos de segurança.	http://inteproxy.wald.intevation.org/
IPW [License: ?]	F, B 117	É um sistema baseado em processamento UNIX para imagem. Inclui vários filtros que podem ser combinados. Também possui um ambiente de desenvolvimento para criar novos scripts shell e programas em C.	http://www.crseo.ucsb.edu/~ipw2/
IrcMarkers [License: ?]	F 118	É um conjunto de ferramentas para gerar mapas a partir de uma lista de coordenadas e etiquetas no formato xplanet e demais marcadores em um mapa. Escrito para gerar mapas seguros através de canais como: IRC. Ids GnuPG/PGP chave associadas.	http://www.df7cb.de/projects/ircmarkers
IRIT [License: ?]	F 119	É um ambiente de modelagem sólida que permite um modelo básico, primitivo baseado em modelos usando operações booleanas dentre outras.	http://www.cs.technion.ac.il/~gershon/irit/
IVICS [License: GNU General Public License (GPL)]	F 120	É uma ferramenta de visualização para facilitar a seleção de amostras de treinamento a partir de imagens de satélite. Evoluiu para um sistema de propósito geral que suporta visualização por satélite comum e vários formatos de dados de sensoriamento remoto..	http://www.nsstc.uah.edu/ivics/
Ivtools [License: ivtools (GPL)]	F 121	É um conjunto de editores de desenho livre para o ambiente X Windows e PostScript, TeX e produção de gráficos.	http://www.vectaport.com/ivtools/index.html
JasPer [License: ?]	F 122	É uma iniciativa JasPer open-source para fornecer um software livre baseado em implementação de referência do codec especificado no padrão JPEG-2000. Parte-1,ou seja, ISO/IEC 15444-1.	http://www.ece.uvic.ca/~mdadams/jasper/
JCS [License: ?]	B 123	É uma API para um conjunto de ferramentas interativas que realizam fusão em conjuntos de dados espaciais. Uma plataforma de desenvolvimento para software GPS.	http://www.vividsolutions.com/JCS/

Continua 20. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
JEEPS [License: ?]	B 124	É uma biblioteca destinada tanto como uma biblioteca e um sistema de desenvolvimento quanto para um GPS. A biblioteca também contém funções para conversão de datums, métodos e funções de mapeamento, incluindo projeções Rotinas de captura de dados.	http://www.ebi.ac.uk/~ajb/jeeeps/ ftp://ftp.hgmp.mrc.ac.uk/pub/ajb/jeeeps/
JGRASS GNU(LGPL)	B, F 125	É uma multiplataforma livre para SIG de código aberto baseado na estrutura de SIG uDig	http://www.jgrass.org/
jGridShift GNU (LGPL)	F 126	É um pequeno pedaço de software para transformação NTV2. É escrito na linguagem Java e inclui um adaptador J2EE Connector Architecture (JCA).	http://jgridshift.sourceforge.net/index.html
JTS 1.8.0 19/12/2006 GNU LGPL	B 127	É uma API Java 2D de predicados espaciais e funções. A (<i>Java Topology Suite</i>) implementa funções geométricas como união, intersecção, buffer, arth sk , além de outras.	http://www.vividsolutions.com/jts/jtshome.htm
JUMP 1.1.2 31/03/2003 GNU (GPL)	SIG 128	Visualizador com funções avançadas de edição de dados vetoriais e cruzamentos espaciais entre vetores. Desenvolvido em Java, pode ser facilmente instalado em vários sistemas operacionais.	-funções de digitalização; -visualização de web services; -cruzamentos entre vetores; -utilização do formato GML; http://www.jump-project.org/
Kalypso-Simulation-Platform GNU (LGPL)	F, SIG 129	É uma aplicação geoespacial de código aberto para modelagem e simulação. Desenvolvido para ser uma ferramenta amigável para SIG baseado em modelagem e simulação de modelos numéricos hidrológicos e hidráulicos.	http://www.kalypso-simulation-platform.org/
Ka-Map 1.0.b1 17/08/2006 License: DM Solutions	WM 130	O ka-Map é um toolkit para MapServer com o objetivo principal de possibilitar a criação de aplicações com interface AJAX, tecnologia com XML e JavaScript,	http://ka-map.maptools.org/
Kdem[License: kdem]	F 131	É um programa para exibir Modelos Digitais de Elevação (DEMs).	http://www.mindspring.com/~jamoyers/kdem/

Continua 21. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
KFlog [License: ?]	F 132	É um programa de código aberto destinado a pilotos de planadores. Fornece uma poderosa ferramenta para planejar tarefas de voo e análises.	http://kflog.org/
KIDS [License: ?]	F 133	É uma estrutura de software que fornece a capacidade para implementar sistemas de informação e temáticas para coleta, referência, visualização, troca e difundir pesquisa através de dados estatísticos.	http://kids.fao.org/
Kosmo Desktop 26/05/2010 2.0 RC1 GNU/GPL	SIG 134	É um aplicativo implementado usando a linguagem de programação Java e desenvolvido com base na plataforma Jump e uma longa série de bibliotecas de código livre reconhecidos, como Geotools e JTS. Incorpora elementos de outros projetos de software livre. Disponível para sistemas operacionais Windows e Linux.	http://www.opengis.es/ http://www.saig.es/en/kosmo.php
Kvwmap GNU/GPL	WM 135	É complexo cliente WebGIS e também uma solução de servidor para fins de governança escrito em PHP usando UMN Mapserver, MySQL e PostgreSQL / PostGIS, SVG, etc	http://www.kvwmap.geoinformatik.uni-rostock.de/
LAS/ADAPS [License: Public Domain]	F, SIG 136	É um Sistema de Análise de Terras (LAS)/AVHRR para aquisição de dados e processamento (ADAPS) com sítio para distribuição. Este sítio foi criado para distribuir eletronicamente informações sobre e componentes do LAS, ADAPS, e pacotes associados.	http://edcwww.cr.usgs.gov/programs/sddm/lasdist/
Libgeotiff [License: Public Domain]	B 137	É uma biblioteca de domínio público, normalmente hospedado em cima de libtiff para ler e escrever tags de informação GeoTIFF.	http://remotesensing.org/geotiff/geotiff.html
libGRASS [License: MIT]	B 138	É um pacote de bibliotecas libgrass e consiste na maioria dos libgis GRASS, Algumas funções foram adicionadas para simplificar a inicialização da biblioteca e acesso aos dados por aplicativos diferentes do GRASS.	http://24.43.220.117/~warmerda/projects/grass/
libtiff License: Libtiff License]	B 139	A biblioteca serve para programas que devem lidar com a maioria das necessidades de leitura e escrita de imagens TIFF em 32 - e 64-bits.	http://www.remotesensing.org/libtiff/

Continua 22. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
libXearth GNU/GPL	B 140	É um conjunto de bibliotecas (<i>widgets xearth</i>). Contém classes herdando restrições. Cada criança é exibida contra a sua posição geográfica.	http://public.planetm irror.com/pub/hpfree ware/X11/Graphics/ libXearth-1.2/
LIMP [License: ?]	F, B 141	É um programa de manipulação de imagem com inúmeras bibliotecas, foi criado como uma plataforma para testar novas técnicas de processamento de imagem. Um monte de código complexo O objetivo do LIMP é mover códigos complexos para a biblioteca, deixando uma maneira simples, mas poderosa de lidar com imagens a partir do código do usuário.	http://www.remotes ensing.org/docs/lim p-h/
Localis [License: ?]	F 142	É uma ferramenta de mapeamento online contributiva. Permite que veja no mapa pontos de entrada para outros usuários e adicionar seus próprios.	http://www.localis.or g/tiki-index.php
LPGS Lite [License: ?]	F 143	É uma plataforma independente (<i>POSIX compliant</i>) para processador Level0R-to-Level1G Landsat-7 ETM + dados, desenvolvido pela Universidade de Maryland.	http://www.remotes ensing.org/downlo d/l.php3#LPGS
Lx-Viewer [License: modified version of the GPL]	F 144	É um programa que permite abrir, visualizar e imprimir arquivos DWG ou DXF, normalmente utilizados em AutoCAD. Pode usar o zoom e pan do desenho como faria em AutoCAD. Os arquivos podem ser salvos em DWG ou DXF do AutoCAD versão 2.5 para 2000 plus BMP e PNG.	http://lx- viewer.sourceforge. net/
Majas [License: GNU General Public License, Version 2]	F, SIG 145	É um framework de componentes para a construção de aplicações ricas para internet (RIA) com recursos sofisticados para a visualização, análise e gestão de informação geográfica. É um bloco de construção que permite aos desenvolvedores adicionar mapas e outros recursos de dados geográficos para suas aplicações web. Em uma extremidade da escala, o produto pode ser usado para construir <i>web mapping</i> sistemas do tipo popularizado pelo Google Maps. Também pode ser usado para construir Sistemas de Informação Geográfica (SIG) completos.	http://www.cadrie.co m/projects/majas

Continua 23. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
MapBender 2.4.2 01/06/2007 GNU (LGPL)	WM 146	É um uma ferramentas cliente para administrar serviços de dados espaciais. Provê exibição, navegação e alteração via OWS (e. g. OGC WMS, WFS). O cliente Mapbender fornece interfaces de usuário para exibir, navegar e consultar serviços de mapas. Além disso, contém interfaces para administração de usuários e de grupo e fornece funcionalidade de gerenciamento de acesso a mapas prestados por WMS	http://www.mapbender.org/
MapBuilder 1.5 21/12/2006 GNU (LGPL)	WM 147	O MapBuilder é um projeto de fonte aberta que permite facilmente adicionar mapas dinâmicos e muitas outras informações. O MapBuilder implementa um framework para trabalhar com conteúdo de página de rede dinamicamente, com documentos XML usando AJAX.	http://www.communitymapbuilder.org/
MapIt! GNU (LGPL)	WM 148	É uma aplicação web que permite navegar nos mapas através de seu navegador e permite usar zoom in e out e selecionar objetos e classes de objetos que são identificados no mapa.	http://www.mapit.de/index.en.html
MapJunction [License: ?]	SIG 149	É um sistema de mapeamento baseado na web para combinar uma rápida exibição de mapas, fotos aéreas e informações GIS.	http://www.mapjunction.com/
MapLab 2.2.1 29/09/2005 GNU (GPL) License: DM Solutions	WM 150	Um conjunto de ferramentas para funcionamento em rede, que simplificam a criação e administração de aplicações de mapas utilizando o MapServer. É um conjunto de ferramentas intuitivas baseadas na web para criar e gerenciar aplicativos web MapServer e arquivos de mapas. É composto de três componentes principais: MapEdit, MapBrowser e GMapFactory.	http://www.maptools.org/maplab/index.phtml http://www2.dmsolutions.ca/webtools/maplab/index.html
Mapnik GNU (GPL)	F, B 151	É um aplicativo de código aberto em C++/Python toolkit para o desenvolvimento de aplicações SIG (Sistemas de Informações Geográficas) aplicações. O núcleo é um desenvolvido em C++ compartilhando bibliotecas que fornecem algoritmos/padrões para acesso a dados espaciais e consultas.	http://mapnik.berlios.de/

Continua 24. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
MapServer 4.10.0 04/10/2006 MIT-License [License: MapServer License]	WM 152	É um ambiente de desenvolvimento de código aberto para construção de aplicações web e dados espaciais. O software baseia-se e outros populares sistemas <i>OpenSource</i> ou <i>freeware</i> como shapelib, FreeType, PROJ.4, libTIFF, Perl e outros. MapServer é um servidor de mapas de fonte aberta para construir aplicações que disponibilizam dados espaciais.	http://mapserver.gis.umn.edu/
MapServer Workbench [License: ?]	F 153	Um conjunto de ferramentas de cooperação para desenvolvimento de aplicações MapServer e mapeamento para web.	http://msworkbench.sourceforge.net/
MapGuide OpenSource 1.1.0 09/12/2006 GNU LGPL	WM 154	Logo após a criação da OpenSource Geospatial Foundation (OSGEO), em 2005, a fundação patrocinada por ícones como AutoDesk e DM Solutions (canadense produtora do ka-map, Chameleon e de praticamente mais de 50% do desenvolvimento do MapServer), lançaram o MapGuide OpenSource. O MapGuide OS inclui interface AJAX e permite customização usando C#, .Net, JavaScript, Java ou PHP.	http://mapguide.osgeo.org/downloads.html https://mapguide.osgeo.org/
MapStorer 0.9 25/09/2007 GNU GPL	WM 155	O MapStorer usa o sistema gerenciador de banco de dados MySQL para armazenar a informação do mapfile e os dados administrativos. A interface gráfica foi desenvolvida utilizando DHTML, PHP e Javascript.	http://www.mapstorer.org/
Mapstraction BSD License	B e WM 156	É um conjunto de bibliotecas que fornecem uma API comum para várias APIs de mapeamento em javascript para permitir a comutação de um para outro da forma mais tranquila possível.	http://mapstraction.com/
MapWindow [License: Mozilla Public Licence 1.1]	F 157	É um aplicativo desktop Microsoft Windows capaz de visualizar shapefile, e dados raster em muitos formatos. Ele pode reprojeter dados, clip, fundir, e realizar o geoprocessamento por meio de outros plugins "Ferramentas GIS". Pode ser estendido escrevendo plug-ins usando qualquer recurso (.NET Framework) compatível.	http://www.mapwindow.org/

Continua 25. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
Mapyrus GNU GPL	F 158	É um software para criar gráficos com pontos, linhas, polígonos e rótulos para PostScript, PDF e formatos de saída de imagem na web. O software combina as seguintes três componentes: A linguagem Logo ou gráficos, a leitura de conjuntos de dados GIS e tabelas RDBMS, funcionando como um programa local ou como um webserver.	http://mapyrus.sourceforge.net/
Maya2GoogleEarth GNU GPL	F 159	É uma ferramenta multiplataforma desenvolvida para a exportação de modelos 3D a partir de Maya no Google Earth. Uma vez instalado, ele permite exportar modelos 3D a partir de dentro de sua cena como no Google Earth Placemark através de um único arquivo (KML).	http://production.ebeam.org/tools/maya2google/
MB-System [License: ?]	B, F 160	É um pacote de software de código aberto para o processamento e visualização de dados batimétricos e imagens de retro espalhamento derivado de multifeixe, interferometria, e sonares (sidescan).	http://www.ldeo.columbia.edu/MB-System/
Mesa [License: ?]	B 161	É um conjunto de bibliotecas 3D de gráficos com uma API que é muito semelhante ao da OpenGL.	http://www.mesa3d.org/
MetaPost [License: Public Domain]	B 162	É uma linguagem baseada em gráficos METAFONT Knuth, mas com a saída PostScript e facilidades para a inclusão de texto (typeset).	http://cm.bell-labs.com/who/hobby/MetaPost.html
mezoGIS [License: GNU General Public License (GPL)]	B, F 163	É uma aplicação SIG, uma interface gráfica para consultar e analisar dados espaciais. Não armazena os dados diretamente, mas opera bases de dados PostGIS externas. O objetivo do mezoGIS é fornecer uma ferramenta para análise geoespaciais com PostGIS, por meio de consultas SQL (on-the-fly), bem como através de scripts maiores.	http://www.stamboul.iote.de/mezogis/
MobileMaps GNU GPL	B, F 164	É um motor de aproximação, mas também tem sido chamado de pesquisa na web local com um motor de busca local e também com uma localização espacial em mapas.	http://www.mobilemaps.com/

Continua 26. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
ModestMaps 1.0 30/09/2008 BSD License	B 165	É uma biblioteca para mostrar mapas de interação para mapas baseados em Flash (ActionScript 2.0 e ActionScript 3.0) e Python.	http://modestmaps.com/
MonoGIS 0.7 28/07/2006 GNU LGPL	F, B 166	O monoGIS é um projeto recente mas já distribui um conjunto de objetos que permitem o desenvolvimento de aplicativos GIS para desktop ou para web, com a vantagem da aplicação resultante para o framework Mono.	http://www.monogis.org http://monogis.org/
Mozilla SVG Project [License: Mozilla Public License]	F 167	É uma implementação nativa em SVG. Serve como o visualizador Adobe (atualmente o mais popular visualizador SVG).	http://www.mozilla.org/projects/svg/
MP2KML [License: ?]	B, F 168	É um software para converter arquivos. Mp (alternativa de formato aberto para arquivos de mapa IMG Garmin) e com arquivos Kml (formato aberto do Google Earth).	http://jolcese.googlepages.com/home2
MsSQLSpatial 0.1.1 01/02/2007 GNU LGPL	B 169	Lançada recentemente, a extensão MsSqlSpatial adiciona funcionalidades de banco de dados espacial (em conformidade com a especificação SFSQL do OGC) ao Microsoft SQL Server 2005/Express.	http://www.codeplex.com/MsSqlSpatial
MySQL Spatial 5.0.27 08/02/2007 GNU LGPL	B 170	A partir da versão 4.1, o popular servidor MySQL passou a incorporar recursos de banco de dados com extensão espacial (SFSQL do OGC). Apesar da pouca documentação disponível, com pouco esforço é possível montar um banco de dados geográfico com o MySQL e acessá-lo, por exemplo, através de aplicações MapServer.	http://dev.mysql.com/doc/refman/5.1/en/spatial-extensions.html http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/spatial-extensions.html
NCAR Graphics GNU LGPL	B, F 171	É uma ferramenta desenvolvida em Fortran e C baseado em visualização científica.	http://ngwww.ucar.edu/ng4.2
NetMaps [License: ?]	B, F 172	É um applet Java para visualizar mapas vetoriais em qualquer navegador. Pode carregar e exibir ArcInfo shapefiles (SHP DBF /) e MapInfo MIF / MID.	http://www.sitex.ro/netmaps/

Continua 27. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
NetTopology Suite [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	B, F 173	É um conjunto de bibliotecas C#/.NET portáteis para JTS Topology Suite, uma biblioteca Java para operações de GIS, (compatível com OpenGIS). Sendo uma solução SIG .NET rápida e confiável para qualquer tipo de plataforma. Seja .NET, PocketPC e Sql Server 2005 (por meio da integração CLR) incluídos. Integra as capacidades de leitura / gravação de dados para formatos de arquivo como Shapefile, além de transformações de coordenadas e projeções entre outras.	http://nts.sourceforge.net/
NRDB [License: GNU General Public License (GPL)]	F, SIG 174	É uma ferramenta SIG para o desenvolvimento e distribuição de bases de dados ambientais. O seu objetivo é proporcionar às pessoas de países em desenvolvimento uma ferramenta simples para auxiliar na gestão de recursos próprios.	http://www.nrdb.co.uk/
NTS 1.7.1 01/09/2006 GNU LGPL	B 175	A .NET (<i>Topology Suite</i>) é um conjunto em C# da biblioteca JTS. É utilizada em projetos como o MonoGIS e SharpMap.	http://nts.sourceforge.net/
NTXshape [License: ?]	B, F 176	Converte arquivos do formato CARIS NTX para o formato shapefile ESRI.	http://gisdeveloper.tribod.com/ntxshape.html
Nunaliit [License: New BSD License]	F 177	É um framework para tornar mais fácil a construção de um atlas na web (<i>cybercartographic</i>). Contando histórias e explorando as relações espaciais, de tempo, de conhecimento. Desenvolvido inicialmente em um esquema XML para organizar e conectar o conteúdo, e um compilador para disponibilizar essa informação em uma interface web interativa.	http://nunaliit.org/about.html
OGCCconnector [License: ?]	B, F 178	É um conector de código aberto em java com Servlet ArcIMS desenvolvido pelo Centro de mapeamento USGS. É usado para a camada de estilo com especificação OGC (SLD), manipulando pedidos de reprojeção e mantendo as exigências de autenticação imposta pelo Servlet ArcIMS.	ftp://ftpext.usgs.gov/pub/cr/mo/rolla/release/OGCCconnector/

Continua 28. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
OGDI [License: ?]	B, F 179	É uma interface para armazenamento de dados geográficos. Também possui uma interface de programação de aplicativo (API) que usa métodos de acesso padronizado para trabalhar em conjunto com os pacotes de software SIG como um aplicativo e vários produtos de dados geoespaciais.	http://ogdi.sourceforge.net/
OGLE GNU GPL	F 180	É um pacote de software que permite a captação e reutilização de dados de geometria 3D para Windows.	http://ogle.eyeballresearch.org/
OGR 1.4.0 21/01/2007 open source [License: MIT]	B 181	É um conjunto de bibliotecas projetadas na linguagem C++ para ferramentas de linha de comando, fornecendo leitura e escrita para acesso a uma variedade de formatos de arquivo vetorial, Shapefiles e Mapinfo mid / mif e formatos TAB.	http://www.gdal.org/ogr http://gdal.velocet.ca/projects/opengis/index.html
OneMap [License: ?]	F 182	É uma fusão de tecnologias de padrão web padrão e conteúdo geográfico, muitas vezes referido como o GeoWeb.	http://www.onemap.org/
Open 3D GIS [License: ?]	F 183	É um projeto de código aberto com o objetivo principal de tornar disponível uma maneira simples de mostrar objetos 3D a partir de uma Geodatabase na web.	http://www.open3dgis.org/
Open CASCADE [License: OpenCascad e]	B, F 184	É um conjunto de bibliotecas (<i>kernel</i>) de modelagem 3D. Consiste em reutilizar objetos e bibliotecas C++ que estão disponíveis como código aberto, também é usado para criar todos os tipos de domínio específico de aplicações gráficas 3D, incluindo CAD, CAE, CAM, AEC, GIS, engenharia reversa, metrologia, simulação óptica, topologia,..	http://www.opencascade.com/products/occ/
OpenDMTP [License: Apache Software License, version 2]	F 185	É um protocolo e estrutura que permite comunicações bidirecionais de dados entre servidores e dispositivos (clientes) através da Internet e redes semelhantes. Particularmente voltada para informações baseadas na localização (LBS), tais como GPS, dados coletados em dispositivos de monitoramento remoto. Especialmente adequado para dispositivos como PDAs, telefones celulares e dispositivos personalizados.	http://www.opendmt.org/

Continua 29. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
OpenDX [License: IBM Public License]	F 186	Desenvolvido pela IBM é um framework de visualização que dá aos usuários a capacidade de aplicar visualização avançada e técnicas de análise de seus dados. Estas técnicas podem ser aplicadas para ajudar os usuários de aplicações em uma ampla variedade de áreas, incluindo ciência, medicina, engenharia e negócios.	http://www.research.ibm.com/dx/
OpenEv 2.0 04/04/2006 GNU LGPL	B, SIG 187	É uma biblioteca, e aplicação de referência para visualização e análise de dados em imagens (raster) e vetores geoespaciais. Desenvolvido em C, Python e GTK é uma Biblioteca de funções para processamento de dados raster e vetoriais com um visualizador de temas. A biblioteca GDAL é instalada junto com o OpenEv, podendo ser utilizada na linha de comando do sistema operacional.	-ferramentas de importação/exportação de dados; -visualização em 3D; - georreferenciamento de imagens; http://openev.sourceforge.net/
OpenGTS 2.2 30/01/2010 Apache Software License v.2	F e WM 188	Desenvolvido em PHP, é um framework e também um visualizador de mapas e rotas diretamente no navegador web.	- realiza importação de vários aparelhos de GPS. – realiza a gravação MySQL. http://www.opengts.org/
OpenJump 1.0.1 15/07/2006 GNU (GPL)	SIG 189	OpenJump é uma evolução do projeto Jump (Java), sendo um programa de computador que usa a plataforma de mapas unificada (UMP) como um ambiente de trabalho visualizador.	http://openjump.org
OpenLayers [License: ?]	F 190	É um framework que facilita a colocação de um mapa dinâmico em qualquer página web. Ele pode exibir camadas de mapas e marcadores carregados a partir de qualquer fonte.	http://openlayers.org/
OpenMap 4.6.3 01/02/2006 [License: OpenMap License]	SIG 191	Conjunto de programas desenvolvido com tecnologias <i>JavaBens</i> , para executar aplicações, obter acesso a bancos de dados e dados geoespaciais. É um kit de ferramentas baseado em JavaBeans, pode construir rapidamente aplicações e applets que acessam dados de bancos de dados legados e aplicações.	http://openmap.bbn.com/

Continua 30. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
OpenStreetMap Creative Commons Licença 2.0 (CC-BY-SA).	WM 192	É um mapa livre e editável de todo o mundo. Permite visualizar, editar e usar dados geográficos de maneira colaborativa de qualquer lugar do mundo.	http://www.openstreetmap.org/
OpenSVGMa pserver GNU (GPL)	B, F 193	Uma solução de código aberto para publicação de shapefiles/ArcView com atributos para a web. Baseado em html, SVG, javascript, php e banco de dados MySQL. Suporta interatividade e filtragem.	http://www.carto.net/projects/open_svg_mapserver/
osgPlanet [License: ?]	B, F, V 194	É um visualizador 3D Geospatial construída em cima de OpenSceneGraph, libwms e OSSIM. Estende visualização geoespacial com acesso a formatos nativos geoespaciais, conjuntos de dados de elevação, e Web Services OGC (WMS) interfaces através da web. Também é uma biblioteca C++ e inclui visualizador para demonstração.	http://www.ossim.org/tiki-read_article.php?articleId=3
Ossim (imagelinker) 1.6.6-9 04/07/2006 GNU LGPL	B, F, SIG 195	O (<i>Open Source Image Map</i>) é uma biblioteca de alta performance para o desenvolvimento de aplicações de sensoriamento remoto, fotogrametria e processamento de imagens. É um projeto que aproveita algoritmos do existentes em código aberto, serve como ferramenta e pacotes para a construção de uma biblioteca integrada.	http://www.ossim.org/OSSIM/Welcome.html http://www.ossim.org/tiki-index.php
Paradise [License: ?]	F, SIG 196	O objetivo do projeto é projetar, implementar e avaliar uma solução escalável para sistemas de informação geográfica em paralelo é capaz de armazenar e manipular grandes conjuntos de dados.	http://www.cs.wisc.edu/paradise/
PerlDL [License: ?]	F, SIG 197	PDL (“Perl Data Language”) tem a capacidade de armazenar de forma compacta e rapidamente manipular as grandes matrizes N-dimensionais de dados.	http://pdl.perl.org/
PgArc [License: ?]	B, F 198	Visa desenvolver, testar e implementar uma solução de código aberto para ArcMap da ESRI (a partir da versão 8.x ArcView / ArcInfo) que permite interagir com o PostGIS (uma extensão para dados espaciais no Postgresql)	http://pgarc.sourceforge.net/

Continua 31. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
Phone Hack [License: ?]	F 199	É um aplicativo de comunicação e um dos benefícios da capacidade de trabalhar com o telefone é que não há uma interface para a torre de celular que se busca conectar. Com esta informação é possível fazer um rastreamento "onde eu estive" tipo de interface.	http://crschmidt.net/symbian/locative/
Piccolo [Mozilla Public License]	B, F 200	É uma forma revolucionária de criar aplicações robustas, com interfaces gráficas em Java, com características marcantes, tais como zoom e representação múltipla. Também é um toolkit com base na API Java2D.	http://www.cs.umd.edu/hcil/piccolo/
PloneMap [License: GNU General Public License (GPL)]	B, F 201	É um aplicativo de mapeamento para o Plone com base em MapServer. Ele permite que criar mapas interativos dentro de sítios Proporciona que usuários web possam navegar no mapa, realizar buscas, editar dados geográficos de forma colaborativa. PloneMap acrescenta representação geográfica em cima do CMS – Plone.	http://plonemap.makina-corpus.org/
P.Mapper 3.2.beta-3 27/11/2007 GNU (GPL)[License: MapServer License]	WM 202	É um framework que oferece várias funcionalidades e múltiplas configurações para facilitar a ligação de uma aplicação do MapServer baseado em Através deste framework p.mapper oferece ampla funcionalidade e múltiplas configurações, a fim de facilitar a configuração de um aplicativo MapServer baseado em PHP / MapScript. PHP/MapScript.	http://www.pmapper.net/index.shtml http://www.pmapper.net/
Portfolio Explorer [License: GNU Lesser General Public License (LGPL)]	B, F 203	É uma engenharia de código georreferenciados para dados independentes. Atribui coordenadas de latitude e longitude para qualquer endereço de rua, avenidas ou cruzamento. Os desenvolvedores podem carregar guias de endereço de codificação digital e desenvolver com a biblioteca.	http://www.extendthereach.com/products/OSGeocoder.srct
POPulation MAPper	F 204	Mapeador de População é um utilitário que cria mapas de população. Realiza a leitura de arquivos de configuração de diferentes locais e do peso de um determinado tipo de população.	http://popmap.sourceforge.net/

Continua 32. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
PostGIS 1.2.1 11/01/2007 GNU (GPL)	B 205	O PostGIS é uma extensão que habilita o uso de tipos e funções de um banco de dados espacial no PostgreSQL. Adiciona suporte para objetos geográficos ao banco de dados PostgreSQL objeto-relacional.	http://postgis.refractor.net/
PostGIS Installer for Windows [License: ?]	F 206	Para facilitar a instalação no sistema operacional Windows, é um instalador para o PostGIS.	http://dcmmms.sourceforge.net/postgis_installer.php http://www.webbased.co.uk/mca/
Practical Map Server (PMS) GNU (GPL)	B, F 207	É um gerenciador de conteúdo web, oferece conteúdo geográfico para os navegadores web e outros clientes compatíveis.	ftp://freegis.org/freegis/misc/
Predator [License: ?]	B, F 208	É um sistema de banco de dados objeto-relacional. O objetivo foi construir um veículo de pesquisas educacionais que pudessem lidar com os problemas da vida real. Tendo foco na investigação sobre as técnicas para o apoio eficiente de tipos de dados complexos (Objeto Relacional DBMS).	http://www.cs.cornell.edu/Info/Projects/PREDATOR/predator.html
PrimaGIS [License: ?]	B, F 209	É um aplicativo inspirado pelo produto PloneMap e incorpora muitas das idéias. PrimaGIS construído em cima do Mapserver, a biblioteca cartográfica do Python (PCL) e objetos de cartográficas para Zope (ZCO).	http://www.primagis.fi/
PROJ 4.5.0 23/10/2006 MIT License	B 210	Biblioteca de projeção cartográfica utilizada em projetos como MapServer, PostGIS, GDAL/OGR e GRASS para prover funções de transformação de coordenadas.	http://proj.maptools.org http://www.remotesensing.org/proj/
Pygps GNU (LGPL)	F 211	É um aplicativo que grava uma faixa, observa registros, mostra satélites, mostra a sua posição, mostra um mapa, roda em qualquer máquina que suporta Python, pygtk, libglade e, downloads de mapas terraserver.	http://pygps.org/

Continua 33. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
PyIMS [License : ?]	F 212	Python e MapScript tornam possível aproximação do sistema ArcIMS 4. Inspirado pelo emulador de IMS Perl da refractions.net .	http://users.frii.com/sgillies/projects/pyims.html
PyOGCLib [License : ?]	B, F, WM 213	É uma biblioteca Python base para a implementação das especificações OpenGIS®, (WMS) e (WFS).	http://pyogclib.sourceforge.net/
Python Cartographic Library [License v2 (GPL v2)]	B, F 214	É um pacote de bibliotecas para cartografia em Python, ou PCL, módulos para processamento de dados para SIG. Também é uma interface em Python para integração com PROJ.4, GEOS, GDAL, OGR, MapServer e para ser fácil de usar com frameworks de aplicação web em Python.	http://zcologia.org/cartography/
QCad GNU (GPL)	F 215	Uma ferramenta CAD fácil de usar no sistema operacional Linux.	http://www.ribbonsoft.com/qcad.html
Qgis 0.8.0 05/06/2006 GNU (GPL)	V, SIG 216	É um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que roda em Linux, Unix, Mac OSX e Windows. Suporta vetores, imagens (raster) e formatos de banco de dados. Também chamado de Quantum GIS foi desenvolvido nas linguagens C++ e Java. Também é um visualizador com vários adicionando funcionalidades específicas como acesso a dados de GPS, exportação para banco de dados PostGis, conexão com GRASS, etc.	http://qgis.org/
Qslim [License : ?]	B, F 217	Este pacote contém dois componentes, o primeiro refere-se a biblioteca e a coleção MixKit SlimKit de ferramentas de modelagem de superfície.	http://graphics.cs.uiuc.edu/~garland/software/qslim.html
QuickWMS GNU (LGPL)	B, F 218	São classes JavaScript para a criação de mapas através da web nos clientes e servidores com interface de acordo com o padrão OpenGIS WMS (v. 0,7-1,1).	http://www.inovagis.org/quickwms/
R GNU (LGPL)	B, F 219	É um framework para estatística computacional e gráficos com ampla variedade de técnicas estatísticas. Exemplo da modelagem linear e não linear, testes estatísticos, análise de séries temporais, classificação, agrupamentos, etc	http://cran.r-project.org/

Continua 34. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
R-CRAN GNU (GPL)	B, F 220	É um pacote estatístico abrangente, incluindo módulos de suporte para análise geoespacial, entre elas uma interface para GRASS e SAGA.	http://cran.at.r-project.org/web/views/Spatial.html
Rgeo [License: ?]	S 221	É uma coleção de páginas web como guia para alguns dos recursos de análise de dados espaciais utilizando R, e outros programas associados.	http://sal.uuiuc.edu/csis/s/Rgeo/
RGIS [Public Domain]	F 222	É um aplicativo usado em sala de aula para demonstrar a programação orientada a objeto com a teoria GIScience.	http://www.geo.hunter.cuny.edu/~chuck/RGIS/index.html
RoadMatcher [License: ?]	SIG 223	É uma ferramenta para a realização de fusão entre as redes de estradas e rodovias lineares. Proporciona um ambiente visual completo para correspondência automatizada e humana assistida da rede rodoviária.	http://www.vividsolutions.com/products.asp?catg=spaapp&code=roadmatcher
Roadster GNU (GPL)	F 224	É um aplicativo com a finalidade de facilitar o mapeamento.	http://linuxadvocate.org/projects/roadster/
Saga 1.1 GNU (GPL)	SIG 225	Sistema com muitas funcionalidades, incluindo edição de dados, análise espacial, elaboração de gráficos, elaboração de layout para impressão, visualização em 3D. Pode ser entendido como um sistema de informação geográfica, através de uma "Application Programming Interface" (API) para o processamento de dados geográficos.	http://geosun1.uni-geog.gwdg.de/saga/html/index.php
SAMT [License: GNU General Public License (GPL)]	F, F SIG 226	É um sistema de modelagem com alguns recursos de SIG, como análise espacial, algumas técnicas espaciais e uma simples e função de exportação. O foco principal é ter um sistema aberto para incluir novos modelos especialmente <i>fuzzy</i> .	http://www.samt-lsa.org/
SDTS++ Free	B, F 227	É um conjunto de ferramentas C++ que permite criar aplicações para leitura escrita de conjuntos de dados. Pode ser usado SDTS + classes + biblioteca para trabalhar com estruturas lógicas desses conjuntos de dados sem ter que se preocupar com os detalhes físicos de cada conjunto de dados.	http://mcmweb.er.usgs.gov/sdts/sdtsxx/

Continua 35. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
sdts2dem [License: Public Domain]	B, F 228	É um aplicativo em C++ utilitário para conversão de dados. É um módulo do pacote TopoVista (um processador de imagens em 3D do terreno sintetizada a partir de redes de dados de elevação).	http://www.cs.arizona.edu/topovista/sdts2dem.html
ShapeLib 1.2.10 07/04/2003 GPL	B 229	A biblioteca ShapeLib desenvolvida na linguagem C disponibiliza funções para leitura e escrita de arquivos vetoriais em formato ShapeFile. Também é uma simples API para uso em aplicações.	http://dl.maptools.org/dl/shapelib/ http://gdal.velocet.ca/projects/shapelib/index.html
SharpMap 0.9 11/09/2006 GNU (LGPL)	B 230	É uma simples aplicação para renderizar mapas e uso em aplicações web e desktop. O motor é escrito em C#, J# e baseado no framework 2.0. NET. Também é um conjunto de objetos para desenvolvimento de aplicativos SIG.	http://www.codeplex.com/SharpMap
SharpShape GNU (LGPL)	B 231	Um biblioteca em código fonte C# para as classes do ShapeLib.dll, uma biblioteca para ler e gravar arquivos shape (shp shx e dbf).	http://sourceforge.net/projects/sharpshape
Shore [License: ?]	F, SIG 232	É um sistema para projetar, implementar e avaliar a persistência de objetos para servir às necessidades de uma ampla variedade de aplicações, incluindo sistemas de hardware e software CAD, linguagens de programação persistente e os repositórios de dados por satélites	http://www.cs.wisc.edu/shore/
SHPTRANS [License: ?]	B, F 233	É um aplicativo de alta precisão, para transformação de datum NTv2 para ler e escrever shapefiles.	http://gisdeveloper.tribpod.com/shptrans.html
Simple Map Server [License: ?]	B, F 234	É um simples servidor de mapas que produz imagens de mapas geográficos. Compatível com a especificação OpenGIS 1.0.0 e 1.1.1.	http://glmapserver.sourceforge.net/
Simple Map Client [License: ?]	F 235	É um simples cliente de mapa através de uma aplicação java que permite navegar nos servidores OpenGIS WMS.	http://glmapclient.sourceforge.net/
SPECPR [License: Public Domain?]	F 236	É uma ferramenta interativa para o processamento dimensional de Array entre outras.	http://speclab.cr.usgs.gov/specpr.html

Continua 36. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
Spherekit GNU (GPL)	F 237	É um kit de ferramentas integradas para interpolação espacial e comparação de algoritmos de interpolação espacial. É baseado em UNIX e inclui uma interface gráfica (GUI). Utiliza ferramentas de mapeamento genérico (GMT) para exibição dos campos interpolados.	http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/spherekit/
Splat GNU (GPL)	F 238	É uma ferramenta para propagação do sinal de RF, análise do terreno para o espectro entre 20 MHz e 20 GHz ..	http://www.qsl.net/kd2bd/splat.html
SPRING 5.0 27/10/2006 Freeware / Copyright	SIG 239	Software nacional desenvolvido pelo INPE na linguagem de programação C++ e com funções completas de geoprocessamento.	http://www.dpi.inpe.br/spring/
SPRING WEB 3.0 Ano 2000 Freeware / Copyright	WM 240	Software desenvolvido em Java pode disponibilizar principalmente os dados originados do SPRING pela rede internet.	http://www.dpi.inpe.br/spring/
SSI GNU (GPL)	SIG 241	É um software de código aberto para captação, decodificação e exibição de imagens de satélite do tempo.	http://www.tmcsys.com/ssi/ssifaq.html
STARS GNU (GPL)	SIG 242	É um pacote de código aberto projetado para a análise de dados e medida de áreas ao longo do tempo. Reúne uma série de métodos recentemente desenvolvidos do espaço temporal.	http://stars-py.sourceforge.net/
Sunclock GNU (GPL)	F, SIG 243	É um aplicativo X11 que exibe um mapa da Terra e indica a porção iluminada do globo desenhando áreas iluminadas. Além de fornecer hora local para o fuso horário padrão, ele também exibe o tempo a hora GMT, legal e solar das grandes cidades, a sua latitude e longitude, e as distâncias.	http://www.spinnaker.de/debian/sunclock.html
SVG Viewer [License: CSIRO]	B, F 244	É um conjunto de utilitários para fazer várias coisas com o padrão de arquivo (SVG).	http://sis.cmis.csiro.au/svg/
TARDEM GNU (GPL)	F 245	É um conjunto de programas de Análise de dados de elevação digital.	http://www.engineering.usu.edu/dtarb/tardem.html

Continua 37. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
Terraform GNU (GPL)	F 246	É uma aplicação de fonte aberta para geração do campo interativo de altura e manipulação, dando-lhe a capacidade de gerar elevação do terreno aleatória e transformá-la.	http://terraform.sourceforge.net/
TerraLib 3.1.4 23/12/2006 GNU LGPL	B 247	Desenvolvido na linguagem C++ pelo DPI/INPE, a TerraLib é uma biblioteca opensource de classes e funções para sistemas de informação geográfica.	http://www.dpi.inpe.br/terralib/ http://www.terralib.org/
TerraView 3.1.4 02/02/2007 GNU LGPL	F 248	Desenvolvido na linguagem Visual C++, é um visualizador desenvolvido pelo INPE tendo como base a biblioteca terraLib.	http://www.dpi.inpe.br/terraview/
TGR2KML [License:?]	B, F 249	É um programa para converter o formato TIGER para KML e vice-versa. As versões suportadas são de TIGER TIGER, TIGER 94 até Edition 2006 II.	http://tntatlas.geog.utk.edu/tea/downloadfree.htm
TGR2SHP [License:?]	B, F 250	É um aplicativo para converter todas as camadas TIGER (pontos, linhas e polígonos) para arquivos de formato ESRI. Converte arquivos TIGER para MapInfo MIF/MID.	http://tntatlas.geog.utk.edu/tea/downloadfree.htm
Thuban 1.1.0 05/07/2005 GNU (GPL)	F 251	É um visualizador de dados geográficos interativo com as seguintes características: 1) Navegação Zoom In / Out, Pan 2) Identificar atributos pela seleção do objeto, objetos, seleção de registro. 3) tipos de Gestão de Layers: Line, Polygon, Point, Imagem, Georreferenciadas 4) Editor de legenda de objetos podem ser controlados. 5) Tabela de consulta. 6) Impressão e funções para exportar mapas.	http://thuban.intevation.org/
TIGER/Line Free	B, F 252	É um banco de dados digital no formato de arquivos TIGER/Line com características geográficas, como estradas, ferrovias, rios, lagos, limites políticos, os limites do censo estatístico.	http://www.census.gov/geo/www/tiger/tigerua/ua_tgr2k.html
Tkgeomap [License: ?]	F 253	É um conjunto de extensões para Tcl/Tk para interagir com dados geográficos.	http://www.tkgeomap.org/

Continua 38. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
TMRS [License: ?]	F, SIG 254	É um aplicativo a fim de facilitar a criação de um software de código aberto para navegação GPS. Tem como objetivo simplificar acesso em nível de rua e funções de roteamento para o desenvolvimento de interfaces amigáveis. Os dados utilizados neste software está disponível livremente a partir do Censo dos EUA e é chamado de "Tiger".	http://sumitbirla.com/software/tmrs.php
TOPAZ [License: ?]	F, SIG 255	É uma ferramenta de análise digital automatizada para avaliação topográfica da paisagem, identificação de drenagem, a segmentação de bacias hidrográficas e parametrização. Foi projetado principalmente para auxiliar na avaliação topográfica e parametrização de bacias hidrográficas em apoio à modelagem hidrológica, também tem aplicação para análises geomorfológicas, ambientais e de aplicações de sensoriamento remoto.	http://duke.usask.ca/~martzl/topaz/index.html
Triangle [License: ?]	F 256	É um aplicativo para gerar triangulações. Este último pode ser gerado com ângulos pequenos, e são, portanto, adequado para análise de elementos finitos.	http://www.cs.cmu.edu/~quake/triangle.html
Udig 1.1.0 rc-8 08/02/2007 GNU LGPL	F 257	É uma aplicação de fonte aberta para edição de dados espaciais com especial ênfase nos padrões OpenGIS para internet. Proporciona uma plataforma Java comum para a construção de aplicações espaciais com componentes de código aberto. Especialmente desenvolvido na linguagem Java/Eclipse é um visualizador e editor de dados com ênfase no uso de padrões abertos de acesso, como serviços web.	http://udig.refrains.net/nightly/udig/latest/ http://udig.refrains.net/
vec2web [License: ?]	B, F 258	É uma pequena ferramenta para converter desenhos vetoriais (atualmente DXF) para os gráficos que podem ser utilizados na web (atualmente PNG).	http://www.ribbonsoft.com/vec2web.html
VGMap [License: ?]	B, F 259	É uma nova biblioteca que permite designers, desenvolvedores de mapeamento fazer sobreposição de dados em cima do Google Maps em uma rica forma que é possível utilizar o seu sistema padrão.	http://vgmap.eyebearch.com/

Continua 39. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
Vhclmaps [License: vhclmaps]	B, F 260	É um pacote de bibliotecas para construção de mapas e servidores de dados espaciais que trabalham com bancos de dados de mapa.	http://www.vectaport.com/vhclmaps/index.html
View Dog [License: ?]	V 261	É um visualizador com várias funções, geometria poligonal, e até certo ponto para superfícies 3D (via cubo de marcha).	http://gul.sourceforge.net/
Vis5D GNU GPL	F, V 262	É um programa de visualização volumétrica de dados científicos em 3 dimensões, com muitas características avançadas, como OpenGL para renderização interativa, scripts Tcl, para projeções de mapa de dados geográficos e animações.	http://vis5d.sourceforge.net/ http://www.ssec.wisc.edu/~billh/vis5d.html
Virtual Terrain Project (VTP) [License: Public Domain]	F, SIG 263	É uma ferramenta para criação de aplicações forma 3D digital. Além de convergência de CAD, GIS, simulação visual, topografia e sensoriamento remoto. Reúne informações e progresso faixas em áreas como construção processual de extração de características, cena, e algoritmos de renderização.	http://vterrain.org/
WAILI Wavelets Library GNU GPL	B 264	É uma biblioteca transformada, inclui desde algumas operações básicas de processamento de imagem até a espinha dorsal de operações mais complexas de processamento de imagem.	http://www.cs.kuleuven.ac.be/~wavelets/
wayp2shp GNU GPL	B, F 265	É um simples programa em C que pode ler dados de GPS (Waypoint + arquivos) e convertê-lo em um arquivo shape.	http://www.geocities.com/jt_taylor.geo/wayp2shp.html
WinDisp [License: ?]	SIG 266	É um pacote de software para a exibição e análise de imagens de satélite, mapas e bancos de dados associados, com ênfase em alerta para a segurança alimentar.	http://www.fao.org/giews/english/windisp/windisp.htm
worldKit GNU GPL	B, SIG 267	É um aplicativo de mapeamento flexível para a web. SIG com características simples. É um aplicativo baseado em SWF, configurado pelo XML, os dados são alimentados por RSS. Utilização autônoma ou com integração em projetos maiores.	http://www.worldkit.org/

Continua 40. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
World Wind Built by NASA: [License: ?]	SIG 268	É um aplicativo que permite qualquer usuário fazer zoom de altitude satélite em qualquer lugar na Terra, com alta imagens de alta resolução Landsat e dados de elevação SRTM para experimentos da Terra em 3D.	http://learn.arc.nasa.gov/worldwind
Xastir GNU GPL	F 269	É um programa para receber e plotagem APRS(tm) pacotes posição. É um desenvolvido de forma colaborativa entre programadores de todo o mundo. Suporta vários formatos de mapa.	http://www.xastir.org/
XCSoar GNU GPL	F 270	É um software para o sistema operacional Pocket PC. Roda em hardware antigo (plataforma PPC) até WM2003SE.	http://xcsoar.sourceforge.net/
Xearth [License: ?]	F 271	É um programa original para Microsoft Windows. Torna uma imagem sombreada da Terra em sua área de trabalho, como pode ser visto a partir do seu ponto de vista favorito no espaço.	http://hewgill.com/xearth/
Xplanet GNU GPL	F 272	É um software que transmite uma imagem da terra para uma janela raiz X. Contém controles para Azimutal, Mercator, Mollweide, ou projeções retangulares podendo representa-las, assim como uma janela com um globo, o usuário pode rodar interativamente usando OpenGL. Os outros planetas e alguns satélites também podem ser exibidos.	http://xplanet.sourceforge.net/
XV [License: ?]	F 273	È um programa de manipulação interativa de imagens para o Windows.	http://www.trilon.com/xv/xv.html
Ygl GNU GPL	F 274	É um aplicativo para emular rotinas da SGI GL sob X11. Foi escrito por duas razões: 1) Voltado para hardware GT4 RS/6000, YGL é de até vinte vezes mais rápido (circa ()) do que GL (estranho, não é ?...). 2) gráficos 2D é executado em hardware não GL e até mesmo no controle remoto X-Servers.	http://www.thp.uni-duisburg.de/Ygl/ReadMe.html
zigGIS 1.3 04/12/2005 GNU (GPL)	B 275	Extensão ArcGIS para conexão com bancos de dados PostGIS, desenvolvida em C#.	http://gforge2.uwc.ac.za/projects/ziggis/

Continua 41. Programa	Uso	Descrição	Link Destaque
Zipdy GNU (GPL)	B, F 276	É um programa para calcular a distância entre dois CEPs e encontrar todos os registros em um SGBD com um código postal com milhas x de outro código postal.	http://www.cryptnet.net/fsp/zipdy/
Zodius [License: Zodius License]	B 277	É uma biblioteca de gráficos vetoriais para construir rapidamente mapas. Suporta a implementação de desenhos em Flash e SVG que oferecem a máxima qualidade em conjunto com o estado da arte e agilidade.	http://sourceforge.net/projects/zodius/

Fonte: Adaptada do Ministério do Meio Ambiente (2005), Open Geospatial Consortium (2006), Open Source GIS (2008) e FreeGIS (2010).

Legenda da Coluna “Uso”:

A = Análise Estatística

B = Biblioteca

F = Framework

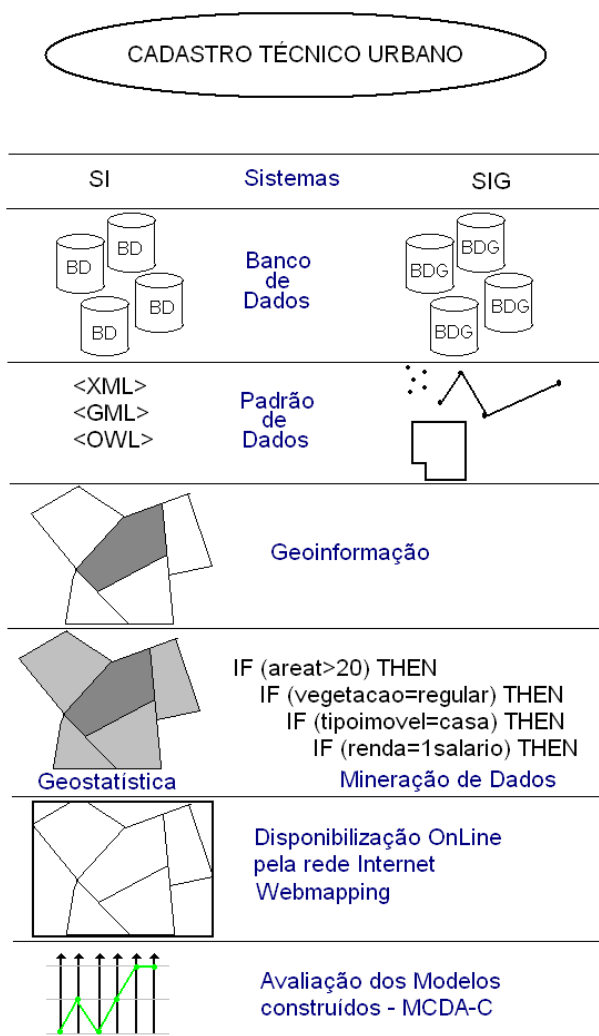
SIG = Sistema de Informações Geográficas

S = Site – Portal de Informações

V = Visualizador


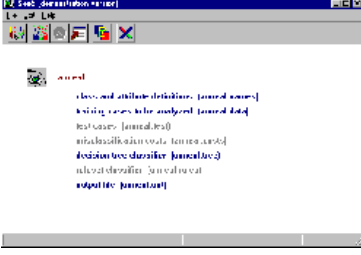
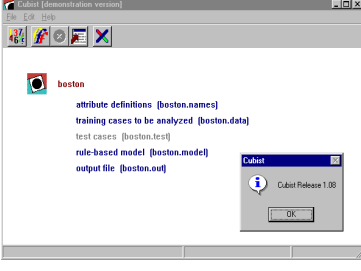
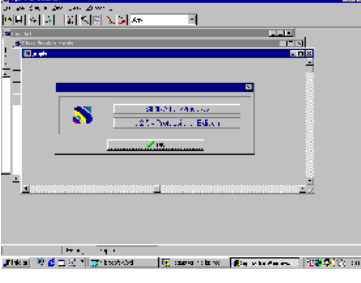
WM = *Web Mapping*



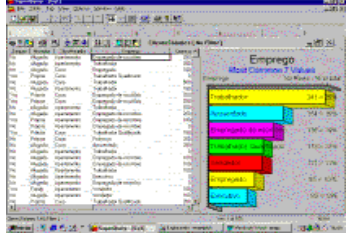
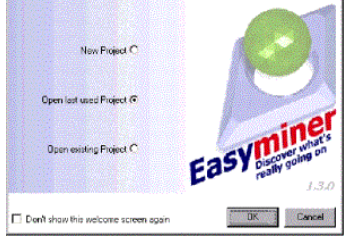
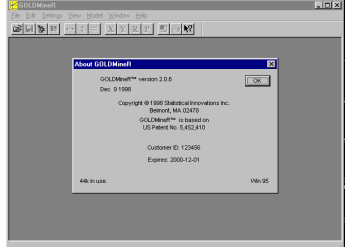
APÊNDICE C – ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES

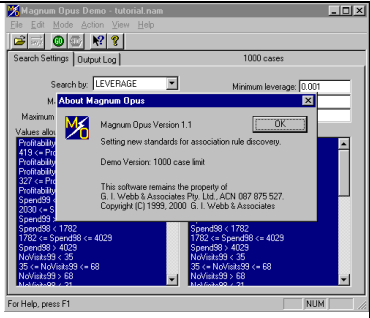
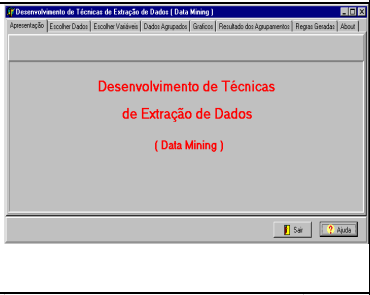
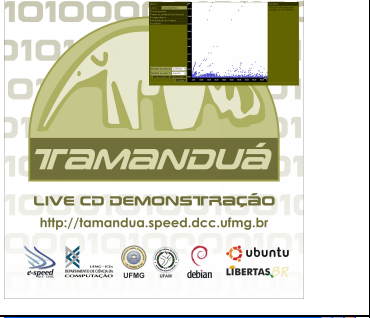
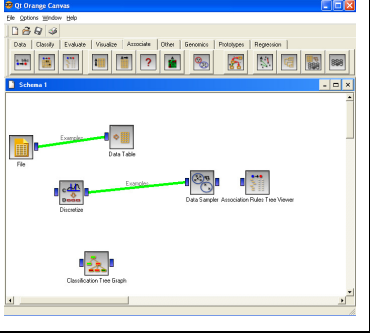


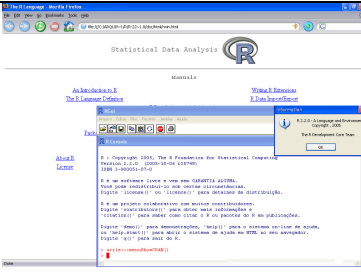
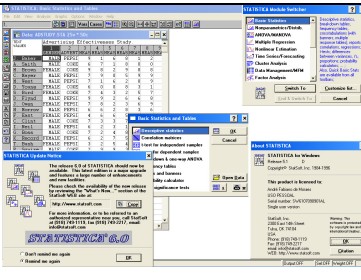


Interação com áreas interdisciplinares.

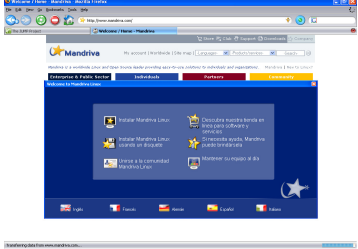

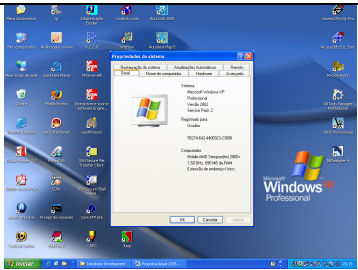
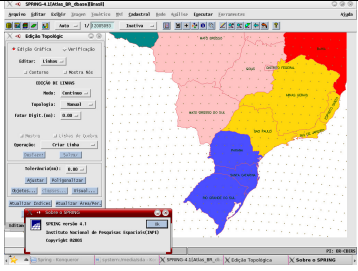
APÊNDICE D – FERRAMENTAS ADOTADAS EM EXPERIMENTOS

<p>Mineração de Dados</p> <p>Projeto Weka (2006) Versão 3-4-7</p> <p>– Sistema Operacional Linux/Windows</p> <p>Site:</p> <p>http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/</p>	
<p>Mineração de Dados</p> <p>SEE5 Release 1.11</p> <p>http://www.rulequest.com/see5-public.zip</p>	
<p>Mineração de Dados</p> <p>CUBIST <i>Release 1.08</i></p> <p>http://www.rulequest.com/cubist-public.zip</p>	
<p>Mineração de Dados</p> <p>SIPINA for Windows 2.5</p> <p>http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/ricco.html</p>	

<p>Mineração de Dados</p> <p>PolyAnalyst 4.2</p> <p>http://www.megaputer.com/html/polyanalyst4.0.html</p>	
<p>Mineração de Dados</p> <p>XpertRule <i>version</i> 1.47</p> <p>http://www.attar.com/index.htm</p>	
<p>Mineração de Dados</p> <p>SuperQuery <i>version</i> 1.52</p> <p>http://www.azmy.com</p>	
<p>Mineração de Dados</p> <p>Easyminer <i>version</i> 1.3.5</p> <p>http://www.mineit.com/products/easyminer/evaluation/downloads/</p>	
<p>Mineração de Dados</p> <p>GOLDMINER <i>version</i> 2.0.6</p> <p>http://www.spss.com</p>	

<p>Mineração de Dados</p> <p>MAGNUM</p> <p>http://www.rulequest.com/MODemo.zip</p>	 <p>The screenshot shows the 'Magnum Opus Demo - tutorial.mam' window. It features a 'Search Settings' panel with 'Search by' set to 'LEVERAGE' and 'Minimum leverage' at '0.001'. An 'About Magnum Opus' dialog box is open, displaying 'Magnum Opus Version 1.1' and 'Setting new standards for association rule discovery'. The dialog also includes a 'Maximum Values also' list with rules like 'Profitability <= P1' and 'Spent99 <= 1782'.</p>
<p>Mineração de Dados</p> <p>CLUSTER</p> <p>http://stelanet.eps.ufsc.br/aran/DataMining/</p>	 <p>The screenshot shows a presentation slide with the title 'Desenvolvimento de Técnicas de Extração de Dados (Data Mining)'. The slide has a grey background with red text. At the bottom, there are navigation buttons for 'Escr' and 'Ajuda'.</p>
<p>Mineração de Dados</p> <p>Projeto Tamanduá (2006) Versão LibertasBR – Sistema Operacional Linux</p> <p>Site:</p> <p>http://tamandua.speed.dcc.ufmg.br/</p>	 <p>The screenshot shows the 'TAMANDUÁ LIVE CD DEMONSTRAÇÃO' logo. The logo features a stylized green tamandua (armadillo) and the text 'TAMANDUÁ' in a bold, green font. Below the logo, it says 'LIVE CD DEMONSTRAÇÃO' and provides the website 'http://tamandua.speed.dcc.ufmg.br'. At the bottom, there are logos for 'e-speed', 'UFMG', 'debian', and 'LIBERTAS BR'.</p>
<p>Mineração de Dados</p> <p>Projeto Orange Data Mining – Canvas</p> <p>– Licença GPL</p> <p>– Sistema Operacional Linux – Windows</p> <p>Site:</p> <p>http://www.ailab.si/orange</p>	 <p>The screenshot shows the 'Orange Canvas' interface. It displays a workflow with several widgets: 'File', 'Data Table', 'Data Sampler', 'Association Rules Tree Viewer', and 'Classification Tree Graph'. The 'Data Sampler' widget is highlighted with a green box, and a green arrow indicates a data flow from 'Data Table' to 'Data Sampler'.</p>

<p>Estadística</p> <p>Projeto R Statistical Data Analysis</p> <p>-- Plataforma Windows XP Professional</p> <p>Site:</p> <p>http://www.r-project.org/</p>	
<p>Estadística</p> <p>Projeto Statistica 6.0</p> <p>- Plataforma Windows XP Professional</p> <p>Site:</p> <p>http://www.statsoft.com</p>	
<p>Sistema Operacional</p> <p>Projeto Poseidon</p> <p>– Distribuição Linux Versão 2</p> <p>Site:</p> <p>http://poseidon.furg.br/</p>	
<p>Sistema Operacional</p> <p>Projeto Slackware</p> <p>- Distribuição Linux Versão 10.2</p> <p>Site</p> <p>http://www.slackware.com</p>	

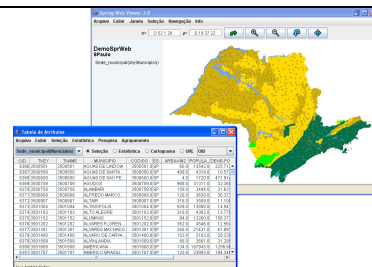
<p>Sistema Operacional</p> <p>Projeto Mandriva</p> <p>- Distribuição Linux Versão 1.03</p> <p>Site – http://www.mandriva.com</p>	
<p>Sistema Operacional</p> <p>Projeto Ubuntu</p> <p>- Distribuição Linux</p> <p>Versões: 8.04, 8.10, 9.04 e 9.10</p> <p>Site – http://www.ubuntu-br.org/</p>	
<p>Sistema Operacional</p> <p>Windows XP Professional</p> <p>- Plataforma Windows</p> <p>Site – http://www.microsoft.com.br</p>	
<p>Ferramentas para SIG</p> <p>SPRING versão 4.1</p> <p>- Plataforma Linux</p> <p>Site – http://www.dpi.inpe.br/</p>	

Ferramentas para Web Mapping

SPRING WEB

- Plataforma Linux

Site – <http://www.dpi.inpe.br/>



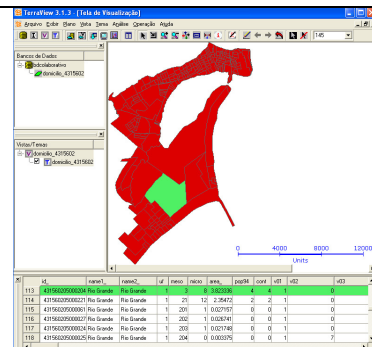
Ferramentas para SIG

TERRAView

- Plataforma Windows/Linux

Site – <http://www.dpi.inpe.br/>

Estudo de Caso: Município de Rio Grande RS e Balneário Cassino

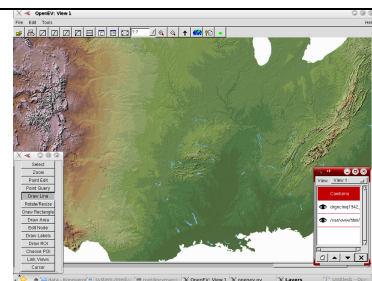


Ferramentas para SIG

Projeto Openev

- Plataforma Linux

Site – <http://www.openev.net>



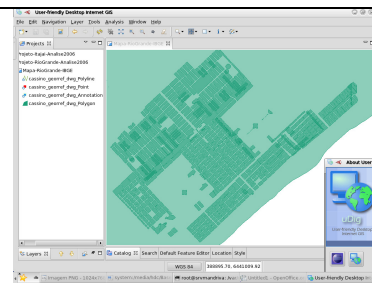
Ferramentas para SIG

Projeto Udig

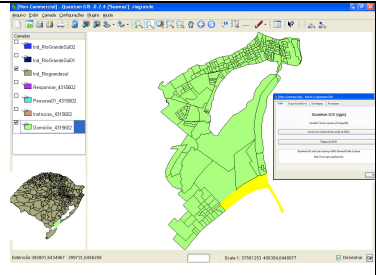
- Plataforma Linux

Site – <http://www.udig.org>

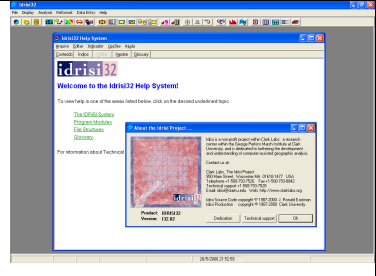
Estudo de Caso: Município de Rio Grande RS e Balneário Cassino



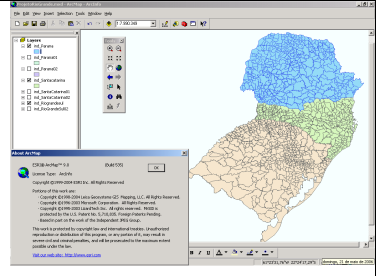
Ferramentas para SIG
Projeto QGIS versão 0.7.4
 - Plataforma Linux / Windows
 Site – <http://qgis.org>
 Estudo de Caso: Município de Rio Grande RS e Balneário Cassino.



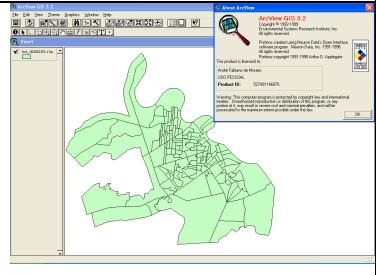
Ferramentas para SIG
(IDRISI32) Idrisi Kilimanjaro versão 132.02
 - Plataforma Windows XP Professional
 Site – <http://www.clarklabs.org>

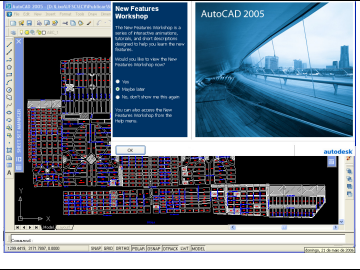
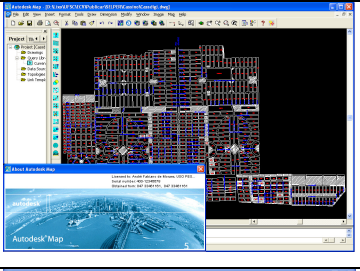
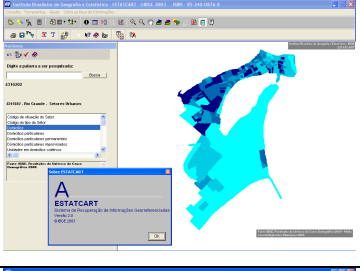
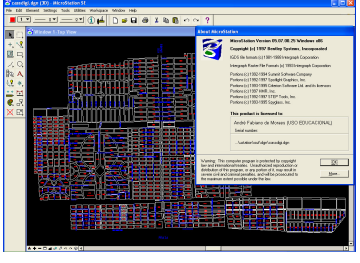


Ferramentas para SIG
ArcGIS versão 9.0
 - Plataforma Windows 2000 Server
 Site – <http://www.openev.net>
 Estudo de Caso: Município de Itajaí SC e Município de Rio Grande RS

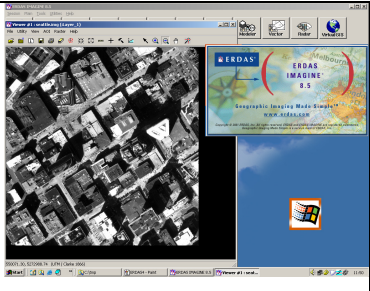


Ferramentas para SIG
Arc-View 3.2
 - Plataforma Windows XP Professional
 Site – <http://www.openev.net>
 Estudo de Caso
 Município de Itajaí SC

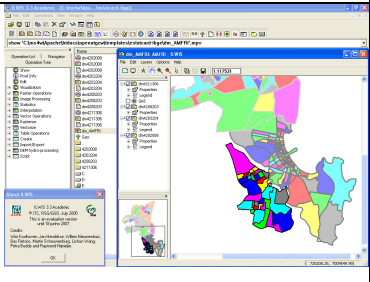


<p>Ferramentas para SIG</p> <p>Autodesk AutoCAD 2005</p> <p>- Plataforma Windows XP Professional</p> <p>Site – http://www.autodesk.com</p> <p>Estudo de Caso: Município de Rio Grande RS</p>	
<p>Ferramentas para SIG</p> <p>Autodesk Map 5</p> <p>- Plataforma Windows XP Professional</p> <p>Site – http://www.autodesk.com</p> <p>Estudo de Caso: Município de Rio Grande RS</p>	
<p>Ferramentas para SIG</p> <p>Estatcart (IBGE)</p> <p>- Plataforma Windows XP Professional</p> <p>Site – http://www.ibge.org.br</p> <p>Estudo de Caso: Município de Rio Grande RS e Balneário Cassino</p>	
<p>Ferramentas para SIG</p> <p>MicroStation</p> <p>- Plataforma Windows XP Professional</p> <p>Site – http://www.bentley.com/em-us/</p> <p>Estudo de Caso: Município de Rio Grande RS e Balneário Cassino</p>	

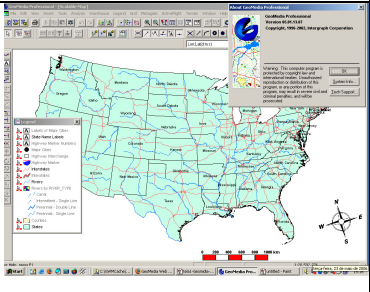
Ferramentas para SIG
ERDAS IMAGINE 8.5
 - Plataforma Windows 2000 Server
 Site – <http://gi.leica-geosystems.com/>



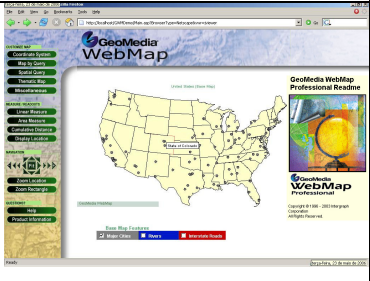
Ferramentas para SIG
ILWIS 3.3 Academic
 - Plataforma Windows
 - Open Source a partir de 01 de julho de 2007.
<http://www.itc.nl/ilwis/downloads/ilwis33.asp>

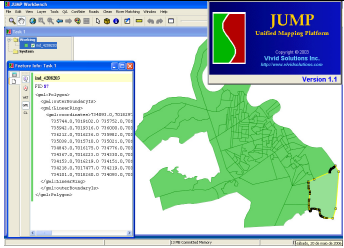
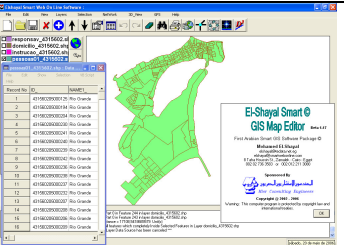
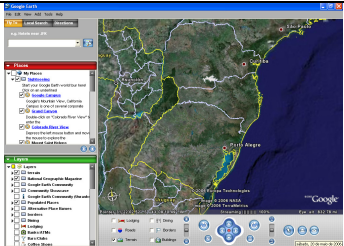
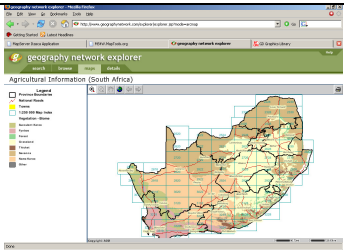
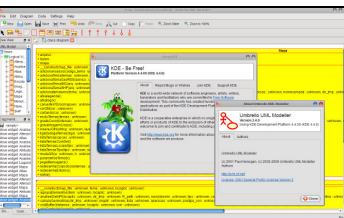


Ferramentas para SIG
Intergraph – Geomídia
 - Plataforma Windows
 Site – <http://www.intergraph.com>



Ferramentas para SIG
Intergraph – Geomídia WebMap
 - Plataforma Windows
 Site – <http://www.intergraph.com>



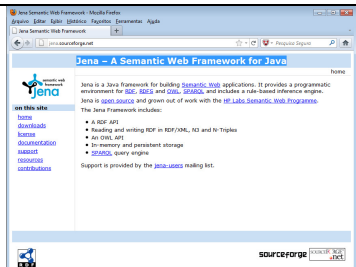
<p>Ferramentas para SIG</p> <p>Projeto JUMP versão 1.1</p> <p>- Plataforma Linux</p> <p>Site – http://www.jump-project.org/</p> <p>Estudo de Caso: Município de Rio Grande RS, Balneário Cassino e Município de Itajaí SC</p>	
<p>Ferramentas para SIG</p> <p>Projeto El-ShayalSmart</p> <p>- Plataforma Windows XP Professional</p> <p>Site – http://www.mce-eg.com/</p> <p>Estudo de Caso: Município de Rio Grande RS e Balneário Cassino.</p>	
<p>Ferramentas para SIG</p> <p>Google Earth</p> <p>- Plataforma Windows XP Professional</p> <p>Site – http://earth.google.com/index.html</p> <p>Acesso 10/01/2006</p> <p>Estudo de Caso: Município de Itajaí SC</p>	
<p>Ferramentas de Consultas na WEB</p> <p>Geographic Network</p> <p>Site – http://www.geographynetwork.com</p> <p>Acesso 22/03/2005</p>	
<p>Ferramenta para Modelagem UML</p> <p>Umbrello UML Modeler</p> <p>http://uml.sf.net</p> <p>– Acessado em 05 abr. 2010</p>	

Ferramenta para Ontologias

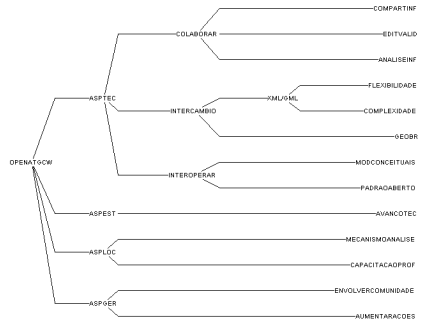
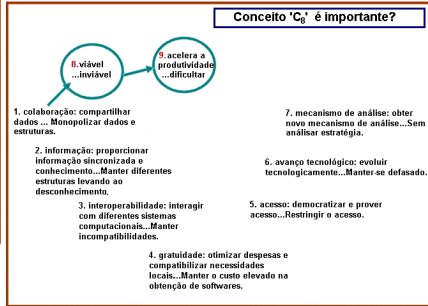
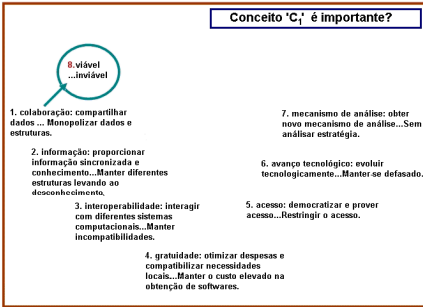
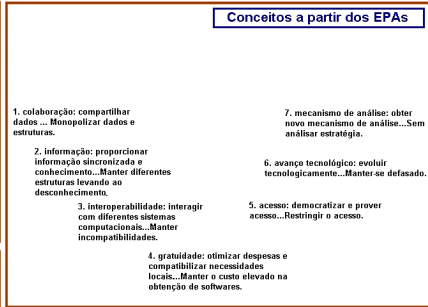
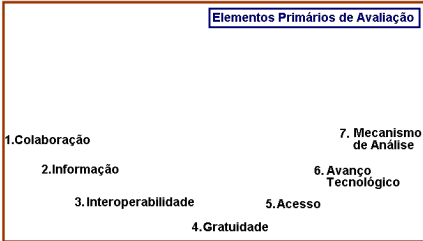
Jena – A Semantic Web Framework for Java

<http://jena.sourceforge.net/>

– Acessado em 20 set. 2011



APÊNDICE E – ETAPAS INICIAIS DA CONSTRUÇÃO DE MAPAS COGNITIVOS E RESULTADOS OBTIDOS COM O USO DA FERRAMENTA HIVIEW E MACBETH



Níveis:			Nós:	
SIGLA	Descrição	Valoração	SIGLA	Descrição
N5	Nível de Impacto (N15)		ASPECT	Aspectos Tecnológicos
N4 (Bom)	Nível de Impacto (N14)	100	COLABORAR	Colaboração de Dados
N3	Nível de Impacto (N13)		INTERCAMBIO	Intercâmbio de Dados
N2 (Neutro)	Nível de Impacto (N12)	0	XMLGML	XML GML
N1	Nível de Impacto (N11)		INTEROPERAR	Interoperabilidade
	■ Nível de Excelência		ASPEST	Aspectos Estruturais
	■ Nível de Aceitação		ASPL0C	Aspectos Locais
	■ Nível de Comprometimento		ASPGER	Aspectos Gerais

APÊNDICE F – TABELA DE VALORES DOS DESCRITORES

1 - Descritor do PVE: Compatibilidade com Hardware				AloMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Busca avaliar os requisitos mínimos para funcionamento do software com relação ao Hardware a ser adotado.						
N5		Apresenta compatibilidade com todas as plataformas de hardware (Desktops, Dispositivos Móveis, Servidores) independente de modelos ou fabricantes.	100	197,14				
N4	Bom	Apresenta compatibilidade somente com plataformas específicas de hardware (Desktops, Dispositivos Móveis, Servidores) superior a i586.	60	100		100		
N3		Apresenta compatibilidade somente com plataformas específicas de hardware (Desktops ou Servidores).	40	50	50		50	50
N2	Neutro	Apresenta compatibilidade somente com um tipo de plataforma de hardware (Desktop ou Servidor).	20	0				
N1		Apresenta compatibilidade somente com a plataforma de hardware i386.	0	-95,95				

2 - Descritor do PVE: Compatibilidade com a Rede Internet, Intranet e Extranet				AloWMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Visa avaliar a compatibilidade com a rede internet, intranet e extranet.						
N5		Proporciona recursos para funcionamento em todas as arquiteturas de redes, principalmente para (internet, intranet ou extranet).	100	147,31	147,31	147,31	147,31	147,31
N4	Bom	Proporciona recursos para funcionamento somente sob a arquitetura de rede utilizando TCP/IP, principalmente para (internet e intranet).	80	100				
N3		Proporciona recursos para funcionamento somente sob a arquitetura de rede utilizando TCP/IP (internet).	45	50				
N2	Neutro	Proporciona recursos para funcionamento somente em arquiteturas de redes locais (LAN).	20	0				
N1		Não proporciona recursos para o funcionamento em qualquer arquitetura de rede.	0	-49,72				

3 - Descritor do PVE: Portabilidade entre Sistemas Operacionais				AloVMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Visa detectar a portabilidade de um programa de computador e a sua capacidade de ser compilado ou executado em diferentes arquiteturas, seja de hardware ou de software. O termo pode ser usado também para se referir a re-escrita de um código fonte para uma outra linguagem de computador.						
N5		Apresenta portabilidade entre todos os sistemas operacionais independente de hardware específico.	100	133,09	133,09	133,09	133,09	133,09
N4	Bom	Apresenta portabilidade entre todos os sistemas operacionais livres e proprietários dependendo de hardware específico.	70	100				
N3		Apresenta portabilidade entre todos os sistemas operacionais livres dependendo de hardware específico.	50	66,92				
N2	Neutro	Apresenta portabilidade entre todos os sistemas operacionais proprietários dependendo de hardware específico.	10	0				
N1		Não apresenta portabilidade entre sistemas operacionais distintos que dependam de hardware específico.	0	-33,07				

4 - Descritores do PVE: Linguagem de Programação Utilizada				AloVMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Linguagem de Programação utilizada para codificação do software.						
N5		Permite utilizar várias linguagens de programação, bem como a integração entre ambos os padrões de programação (web + standalone (desktop)).	100	134,64	134,64	134,64	134,64	134,64
N4	Bom	Permite somente a utilização das linguagens de programação para web (PHP, JavaScript, HTML, XML, Java).	75	100				
N3		Permite a utilização das linguagens de programação desktop com alguns recursos web.	30	50				
N2	Neutro	Permite somente a utilização das linguagens de programação standalone (desktop)	10	0				
N1		Permite a utilização de apenas uma linguagem de programação específica.	0	-42,95				

5 - Descritor do PVE: Sistema Gerenciador de Banco de Dados			AlovMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction	
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Compatibilidade com os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados.						
N5		Possui compatibilidade nativa com todos os SGBDs do mercado, tanto livre quanto proprietário.	100	194,64				
N4	Bom	Possui compatibilidade nativa com todos os SGBDs Livres	60	100	100	100		
N3		Possui compatibilidade nativa com todos os SGBDs proprietários.	30	33,33				
N2	Neutro	Possui compatibilidade com os principais SGBDs através de drivers de ligação (programas de terceiros).	10	0				
N1		Não possui compatibilidade com SGBDs.	0	-30,74			-30,74	-30,74

6 - Descritores do PVE: Interface de Navegação			AlowMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction	
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Compatibilidade com interfaces de navegação utilizadas em órgãos públicos.						
N5		Proporciona interface gráfica em qualquer sistema operacional e possui compatibilidade com todos os navegadores web.	100	124,04	124,04	124,04		
N4	Bom	Proporciona interface gráfica em qualquer sistema operacional compatível com todos os navegadores web (com adição de componentes "Plugins").	80	100			100	100
N3		Proporciona interface gráfica em qualquer sistema operacional livre através das bibliotecas gráficas (KDE, GNOME, ...)	45	25				
N2	Neutro	Proporciona compatibilidade somente com o navegador Internet Explorer para o sistema operacional Windows.	20	0				
N1		Possui compatibilidade gráfica somente para bibliotecas gráficas de sistemas proprietários.	0	-73,63				

7 - Descritor do PVE: Implementar Padrão OGC				AloVMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Proporciona a implementação das especificações do Open Geospatial Consortium.						
N5		Implementa todas as especificações para os formatos de serviços de informação geográfica e localização espacial de acordo com o padrão OGC.	100	174,13		174,13		
N4	Bom	Apresenta algumas implementações do padrão OGC.	80	100	100			
N3		Avaliando e desenvolvendo a implementação das especificações do padrão OGC.	30	20				
N2	Neutro	Não apresenta nenhuma implementação do padrão OGC.	20	0				
N1		Apresenta outros padrões e não implementa o padrão OGC.	0	-58,11			-58,11	-58,11

8 - Descritor do PVE: Implementar Padrão ISO				AlovMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Implementação das especificações e conformidades com o padrão ISO (ex: 19100).						
N5		Implementa todas as especificações do padrão ISO.	100	200				
N4	Bom	Apresenta algumas implementações do padrão ISO.	60	100				
N3		Avaliando ou implementando as especificações do padrão ISO.	40	20,01				
N2	Neutro	Não apresenta nenhuma implementação, mas proporciona alguma conformidade com o padrão ISO.	30	0				
N1		Apresenta outros padrões e não visa o padrão ISO.	0	-78,59	-78,59	-78,59	-78,59	-78,59

9 - Descritores do PVE: Incorporar bibliotecas externas ao framework				AloVMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Visa detectar a flexibilidade para absorver e integrar novas bibliotecas externas ao framework.						
N5		Disponibiliza mecanismos para realizar a integração dinamicamente de qualquer biblioteca externa (parceiros) ao framework (software).	100	249,7				
N4	Bom	Disponibiliza mecanismos para realizar a integração com bibliotecas externas específicas (parceiros).	60	100		100		
N3		Disponibiliza a integração de bibliotecas externas mediante a interferência do programador na adequação do código fonte.	40	20,41				20,41
N2	Neutro	Realiza estudos para desenvolver mecanismos com a integração com bibliotecas externas.	20	0				
N1		Não disponibiliza mecanismos para realizar a integração com bibliotecas externas (parceiros).	0	-91,15	-91,15		-91,15	

10 - Descritor do PVE: Intercâmbio de Dados Geoespaciais				AlloVMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Visa identificar e propiciar mecanismos com recursos de importação e exportação, que possibilitem o intercâmbio entre diferentes tipos de dados.						
N5		Possui mecanismo para reconhecimento e intercâmbio dinâmico entre todos os diferentes tipos de dados.	100	271,55				
N4	Bom	Possui mecanismo para reconhecimento e intercâmbio dinâmico entre tipos de dados compatíveis com a biblioteca GDAL.	60	100	100	100		
N3		Possui mecanismo para reconhecimento e intercâmbio de tipos de dados (populares).	40	25,01				
N2	Neutro	Possui mecanismo para reconhecimento apenas dos dados manipulados pela ferramenta.	20	0			0	
N1		Não possui qualquer mecanismo para reconhecimento e intercâmbio entre um número ilimitado de dados.	0	-71,56				-71,56

11 - Descritor do PVE: Catálogo de Estruturas (Metainformação)				AloVMAP	CartoWeb	IGEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Proporcionar mecanismos para documentar e descrever os dados de outros dados, ou seja, dizer do que se tratam, dar um significado real e plausível a um arquivo de dados, referindo-se a representação de um objeto digital. Mais sinteticamente, dizer que um metadado é um dado utilizado para descrever um dado primário.						
N5		Proporciona mecanismos dinâmicos para reconhecer, documentar e descrever a estrutura e o significado dos dados.	100	149,28				
N4	Bom	Proporciona mecanismos manuais para documentar e descrever o significado dos dados.	85	100				
N3		Proporciona mecanismos somente para descrever o significado dos dados.	50	50				
N2	Neutro	Apresenta processo de avaliação ou implementação de recursos para controle de metadados.	10	0	0			
N1		Não proporciona nenhum mecanismo para reconhecimento ou descrição da estrutura e significado dos dados.	0	-49,20		-49,20	-49,20	-49,20

12 - Descritor do PVE: Processar Ontologias			AloVMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo Descrição: Proporcionar mecanismos para compreender diferentes ontologias web.	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
N5		Apresenta mecanismos automáticos para o reconhecimento e a manipulação de ontologias.	100	175			
N4	Bom	Apresenta mecanismos semi-automáticos para o reconhecimento de ontologias OWL.	60	100			
N3		Apresenta processo de avaliação ou implementação de ontologias OWL.	40	25			
N2	Neutro	Apresenta mecanismos para o reconhecimento de um número limitado e específico de ontologias.	20	0			0
N1		Não apresenta nenhum tratamento de ontologias	0	-50	-50	-50	-50

13 - Descritor do PVE: Possibilitar a integração e o relacionamento entre dados				AloVMAP	CartoWeb	IGGEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Proporcionar mecanismos nativos e dinâmicos que auxiliem na integração e no relacionamento entre os dados.						
N5		Apresenta mecanismos que possibilitam a integração e o relacionamento de todos os tipos de dados.	100	197,84				
N4	Bom	Apresenta mecanismos que possibilitam a integração e o relacionamento de número limitado de diferentes tipos de dados.	70	100				
N3		Apresenta mecanismos que possibilitam a integração e o relacionamento somente de dados geoespaciais.	35	33,33				
N2	Neutro	Apresenta mecanismos que possibilitam a integração somente através de banco de dados.	25	0				
N1		Não apresenta mecanismos de integração de dados.	0	-65,60	-65,60	-65,60	-65,60	-65,60

14 - Descritor do PVE: Proporcionar a elaboração e o processamento de consultas				AloVMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Possibilitar a elaboração, construção e execução de consultas em fontes de dados.						
N5		Possibilita a elaboração e execução de consultas em dados locais ou distribuídos.	100	158,65				
N4	Bom	Possibilita a elaboração e execução de consultas em dados armazenados localmente.	80	100			100	
N3		Possibilita a execução de consultas em dados distribuídos.	40	20				
N2	Neutro	Possibilita somente a execução de consultas "pré-definidas" anteriormente em dados, ou seja, construídas e sem a possibilidade de alterações.	35	0	0	0		
N1		Não possibilita a elaboração e execução de consultas construídas pelo usuário final aos dados.	0	-59,55				-59,55

15 - Descritor do PVE: Disponibilizar mecanismos para análises estatísticas			AloVMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction	
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Visa identificar a disponibilidade de mecanismos para construção e execução de modelos estatísticos.						
N5		Disponibiliza mecanismos nativos para a construção e execução de modelos estatísticos.	100	158,65				
N4	Bom	Disponibiliza mecanismos nativos e predefinidos para execução de modelos estatísticos.	75	100	100		100	
N3		Disponibiliza mecanismos de parceiros para a construção e execução de modelos estatísticos	40	40,42		40,42		
N2	Neutro	Disponibiliza mecanismos de parceiros somente para a execução de modelos estatísticos	15	0				
N1		Não disponibiliza nenhum mecanismo para construção e avaliação de modelos estatísticos.	0	-39,59				-39,59

16 - Descritores do PVE: Proporcionar a Mineração de Dados			AlowMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction	
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Typo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Visa identificar a disponibilidade de mecanismos para aplicação das técnicas de Mineração de Dados.						
N5		Disponibiliza mecanismos próprios para elaboração e aplicação das técnicas de Mineração de Dados.	100	139,27				
N4	Bom	Disponibiliza mecanismos de parceiros para elaboração e aplicação das técnicas de Mineração de Dados.	80	100				
N3		Apresenta o desenvolvimento de mecanismos próprios para elaboração e aplicação das técnicas de Mineração de Dados.	40	40,32				
N2	Neutro	Disponibiliza mecanismos de parceiros com processos automáticos somente para aplicação das técnicas de Mineração de Dados.	25	0				
N1		Não disponibiliza mecanismos para aplicação da Mineração de Dados.	0	-39,27	-39,27	-39,27	-39,27	39,27

17 - Descritor do PVE: Colaboração				AloVMAP	CartoWeb	I3GEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Proporcionar mecanismo nativo e dinâmico de colaboração, seja para o compartilhamento de dados quanto para a troca de experiências.						
N5		Proporciona mecanismo nativo e dinâmico para a comunicação, compartilhamento de acervos, experiências, adição de melhorias e novas funcionalidades para o framework.	100	226,79		226,79		
N4	Bom	Proporciona mecanismo nativo e dinâmico para a comunicação e compartilhamento de experiências do framework.	75	100				
N3		Proporciona mecanismo nativo e dinâmico somente para o compartilhamento de documentos elaborados no framework.	50	19,90				19,9
N2	Neutro	Proporciona mecanismo somente com acesso (on-line) através da rede internet para Fórum e a Lista de Discussão.	30	0	0			
N1		Não proporciona nenhum mecanismo dinâmico voltado para a colaboração.	0	-129,72			-129,72	

18 - Descritor do PVE: Organizacional				AloVMAP	CartoWeb	IGGEO	SpringWeb	Mapstraction
Níveis de Impacto	Níveis de Referência	Tipo: Construído / Qualitativo / Contínuo	Função de Valor Original	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor	Função de Valor
		Descrição: Proporcionar mecanismo nativo e dinâmico para auxiliar na gestão do projeto e aspectos organizacionais.						
N5		Proporciona mecanismo nativo e dinâmico para controle, agindo na questão organizacional referente a colaboração entre as instituições, profissionais, grupos, pesquisas, indicadores, coleta de requisitos e desenvolvimento do framework.	100	166,27				
N4	Bom	Proporciona mecanismo nativo e dinâmico para auxiliar na questão organizacional, abordando somente a colaboração de projetos desenvolvidos através do framework.	70	100				
N3		Proporciona mecanismo de parceiros para auxiliar na gestão de projetos desenvolvidos pelo framework.	50	67,25				
N2	Neutro	Realiza estudos para o desenvolvimento de mecanismos nativos e dinâmicos ao framework para auxiliar na questão organizacional.	10	0	0			
N1		Não proporciona nenhum mecanismo nativo voltado para questão organizacional do(s) projeto(s).	0	-31,80		-31,80	-31,80	-31,80

APÊNDICE G - GLOSSÁRIO

Arco	É definido como uma série de coordenadas (x,y), formando segmentos de linhas.
Aglomerado Rural	Localidade situada em área legalmente definida como rural caracterizada por um conjunto de edificações permanentes e adjacentes, formando área continuamente construída, com arruamentos reconhecíveis ou dispostos ao longo de uma via de comunicação.
Aglomerado Rural Isolado	Localidade que tem as características definidoras de Aglomerado Rural e está localizada a uma distância igual ou superior a 1 Km da área urbana de uma Cidade, Vila ou de um Aglomerado Rural já definido como de extensão urbana.
Aglomerados Subnormais	Áreas consideradas como favelas ou similares que se constitui no mínimo de 51 unidades habitacionais, ocupando ou tendo ocupado recentemente terreno de propriedade alheia, com disposição desordenada e densa, e carente de serviços públicos essenciais. Estas áreas são identificadas em áreas urbanas ou aglomerados rurais de extensão urbana.
Agricultura	Conjunto de intervenções feitas pelo homem, para promover e desenvolver a produção de uma ou mais espécies vegetais em uma determinada área.
Agropecuária	Atividade que se caracteriza por apresentar em um mesmo estabelecimento agricultura e pecuária em suas relações mútuas.
Aldeia Indígena	Localidade cujo agrupamento mínimo de 20 habitantes indígenas em uma ou mais moradias.
Altitude	Distância vertical a partir de um sistema de referência (<i>datum</i>), geralmente o nível médio do mar, até um ponto ou objeto da superfície da Terra. Não confundir com altura, ou elevação, que se referem a pontos ou objetos acima da superfície terrestre.
Ambiente	Conjunto de sistemas físicos, ecológicos, econômicos e socioculturais com efeito direto ou indireto sobre a qualidade de vida do homem. Trata-se de um sistema aberto de formação histórica, produto das relações

	bilaterais entre a sociedade, os recursos naturais e o meio natural, e das relações também dentro da sociedade. É um sistema de elementos bióticos, abióticos e socioeconômicos com os quais o homem em sua atividade, principalmente no processo da produção material, entra em contato, é modificada e utilizada para a satisfação de suas necessidades e aos quais ele mesmo se adapta em determinado marco espaço-temporal.
Área Não Urbanizada de Cidade ou Vila	Áreas situadas dentro do perímetro urbano cuja característica é predominantemente de caráter rural.
Área Urbana	Área interna ao perímetro urbano de uma cidade ou vila, definida por lei municipal (as cidades e vilas que não existe legislação que regulamenta estas áreas o IBGE estabelece um perímetro urbano para fins de Censo, devendo ser aprovado pelo prefeito).
Área Urbana Isolada	Área definida por lei municipal separada da sede municipal ou distrital por área rural ou por um outro limite legal.
Área Urbanizada de Cidade ou Vila	Áreas situadas dentro do perímetro urbano cuja caracterizado pela alta densidade das construções, arruamentos e intensa ocupação humana.
Área Rural	Área de um município externa ao perímetro urbano.
Áreas Especiais para recenseamento	Área legalmente definida subordinada a um órgão público ou privado, responsável pela sua manutenção, onde se objetiva a conservação ou preservação da fauna, flora, monumentos culturais, meio ambiente e comunidades indígenas. Os tipos de áreas especiais são: Parques (Nacional, Estadual e Municipal), Reservas Ecológicas, Reservas Florestais ou de Recursos Naturais, Reservas Biológicas, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Preservação Permanente, Monumentos Naturais, Monumentos Culturais, Áreas Indígenas, Colônias Indígenas, Reservas Indígenas, Parques Indígenas e Terras Indígenas.
Atributos da representação	Simbologia gráfica adequada para referenciar os pontos de controle geométrico e sua hierarquia. No

gráfica das parcelas	Brasil, não há uma normatização nacional que defina a representação cartográfica dos elementos gráficos de interesse à cartografia cadastral. Entretanto, é fundamental que se apresentem nessa cartografia, de modo claro e hierarquizado, os elementos definidores da rigidez geométrica, nos seus diferentes níveis de levantamento.
Banco de Dados Geográfico	É um conjunto de dados armazenados, agregando características e relação geométrica que representam fenômenos ou objetos em um espaço geográfico.
Bairro ou similares	São subdivisões internas de uma região urbana denominadas de bairros, áreas de planejamento, etc., legalmente estabelecida ou oficialmente informada pelo órgão competente.
Biodiversidade	Variedade de genótipos, espécies, populações, comunidades, ecossistemas e processos ecológicos existentes em uma determinada região. Pode ser medida em diferentes níveis: genes, espécies, níveis taxonômicos mais altos, comunidades e processos biológicos, ecossistemas, biomas, e em diferentes escalas temporais e espaciais.
Biomassa	Peso total de todos os organismos vivos de uma ou várias comunidades, por uma unidade de área.
Bluetooth	Tecnologia sem fio, alcançando até 10 metros.
Cadastro Territorial	Tem por objetivo atender as necessidades de natureza legal, fiscal e administrativa que envolvam a ocupação e a forma de domínio do território.
Cadastro Técnico	<p>O Cadastro é um inventário público de dados, metodicamente organizados, concernentes a parcelas territoriais de um determinado país ou município, baseado na medição de seus limites KAUFMANN & STEUDLER (1998); e STEUDLER et. al (2010).</p> <p>Cadastro técnico é fundamental na determinação de demandas de uma área em relação ao ordenamento territorial e necessária para tornar possível as análises e estudos inerentes ao tema de forma qualitativa. Pode-se afirmar que um bom cadastro é aquele que contribui para a distribuição equitativa das cargas tributárias, promove a segurança da propriedade-raiz</p>

	e cria bases para o planejamento urbano e regional. Fonte: LOCH e ERBA (2007).
Cadastro Técnico Urbano	Compreende o conjunto de dados descritivos sobre as parcelas públicas e privadas dentro do perímetro de uma cidade, apoiado sempre no sistema cartográfico próprio, que é fundamental para a representação. Fonte: LOCH e ERBA (2007).
Cadastro Técnico Multifinalitário	O cadastro técnico multifinalitário estrutura-se a partir da integração de instituições como o Registro de Imóveis, a Prefeitura, as Empresas prestadoras de serviços e todas as demais instituições que desenvolvam atividades referidas ao território. Fonte: LOCH e ERBA (2007).
Cadastro Territorial Multifinalitário	Um inventário territorial oficial e sistemático do município embasado no levantamento dos limites de cada parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca. Fonte: Ministério das Cidades - Portaria No. 511, de 7 de Dezembro de 2009.
Capacidade de Suporte Ambiental	Habilidade natural do ambiente de incorporar mudanças, sem alterar fundamentalmente sua composição geral e sua estrutura.
Capital	Localidade onde se situa a sede do Governo da Unidade Política da Federação, com exclusão do Distrito Federal.
Capital Federal	Localidade onde tem sede o Governo Federal com os seus Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário.
Carta Cadastral	Há um detalhamento geométrico maior na representação dos limites e a identificação numérica unívoca das parcelas. As cartas cadastrais representam, no primeiro plano de informação, as parcelas e, por consequência, tendem a representar os bens imobiliários. Entretanto, sendo o objeto de interesse a discriminação gráfica das parcelas, há a necessidade da demarcação de seus pontos limites assim como das edificações. Por fim, ainda é importante que seja atribuído um código identificador para cada parcela territorial. A aquisição dos dados para este tipo de representação é realizada através de

	técnicas topográficas;
Carta de Feições	Diferentemente da carta cadastral, para uma carta de feições, novos dados são adicionados, a exemplo dos dados oriundos da infraestrutura. A técnica principal de aquisição de dados deste tipo de representação é por aerofotogrametria;
Carta Topográfica	Diferentemente de mapa, é a representação, em escala, sobre um plano dos acidentes naturais e artificiais da superfície terrestre de forma mensurável, mostrando suas posições planimétricas e altimétricas. Geralmente uma carta topográfica é o documento que representa, de forma sistemática, em escalas entre 1:100.000 e 1:50.000, a superfície terrestre por meio de projeções cartográficas. Os limites de uma carta topográfica são matemáticos, geralmente meridianos e paralelos. Fonte: IBGE.
Cartografia	Arte de compor cartas geográficas ou mapas. Fonte: Dicionário Michaelis. Cartografia (do grego chartis = mapa e graphein = escrita) é a ciência que trata da concepção, produção, difusão, utilização e estudo dos mapas. A cartografia é a ciência que trata dos estudos e operações tanto científicas e técnicas, quanto artísticas, relacionadas à elaboração e utilização das cartas (ou mapas) de acordo com determinados sistemas de projeção e uma determinada escala. Fonte: IBGE
Cartograma	Um cartograma é um mapa que mostra informação quantitativa mantendo um certo grau de precisão geográfica das unidades espaciais mapeadas. Fonte: (GILLARD, 1979). Para (TOBLER, 2011), um cartograma é um tipo de gráfico que mostra os atributos de objetos geográficos como a área do objeto. Porque um cartograma não descreve espaço geográfico, mas sim muda o tamanho dos objetos, dependendo de um determinado atributo, um cartograma não é um verdadeiro mapa.
Cidade	Localidade com o mesmo nome do Município a que pertence (sede municipal) e onde esta sediada a

	respectiva Prefeitura, excluídos os Municípios das Capitais.
Ciência	<p>Conjunto de conhecimentos organizados sobre determinado assunto. Fonte: Dicionário Michaelis.</p> <p>É um grau de certeza alto, desfrutando assim de uma posição privilegiada com relação aos demais tipos de conhecimento. Teorias, métodos, técnicas, produtos, contam com aprovação geral quando considerados científicos. Fonte: Textos didáticos de Chibeni (http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/textosdidaticos.htm).</p>
Código unívoco identificador da parcela cadastral	A atribuição de um valor numérico inequívoco a cada parcela é fundamental no conceito da cartografia cadastral e traz consigo a facilidade da vinculação da parcela (chave de ligação) ao Cartório de Registro de Imóveis e, portanto, ao reconhecimento do seu registro histórico. O identificador das parcelas ainda se traduz em um ótimo elemento de vinculação aos outros cadastros temáticos.
Conservação	Utilização racional de um recurso qualquer, de modo a se obter um rendimento considerado bom, garantindo-se, entretanto, sua renovação ou sua auto sustentação. Assim, a conservação do solo é compreendida como a sua exploração agrícola, adotando-se técnicas de proteção contra erosão e redução de fertilidade. Analogamente, a conservação ambiental quer dizer o uso apropriado do meio ambiente, dentro dos limites capazes de manter sua qualidade e seu equilíbrio, em níveis aceitáveis.
Degradação Ambiental	Processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva de recursos ambientais.
Distritos	são as unidades administrativas dos municípios. Tem sua criação norteadas pelas Leis Orgânicas dos Municípios.
Dual Core	Processador bi nuclear que permite executar tarefas em paralelo, agilizando o processamento.

Empreendimento	Toda e qualquer ação física, pública ou privada que, com objetivos sociais ou econômicos, cause intervenções sobre o território, envolvendo determinadas condições de ocupação e manejo dos recursos naturais e alteração sobre as peculiaridades ambientais.
Entropia	A palavra ‘entropia’ tem sido muito usada em debates, como no caso da controvérsia Evolucionismo versus Criacionismo. Em tais debates, são utilizados argumentos que chegam, às vezes, a atribuir à entropia propriedades que lhe são estranhas. Os dois conceitos mais importantes neste contexto são o de microestado e o de macroestado. Nesta abordagem, identifica-se o estado de um sistema pelos valores de suas variáveis globais (que descrevem o estado do sistema como um todo). Um estado do sistema caracterizado somente por variáveis globais chama-se macroestado.
Erosão	Processo de desagregação do solo e transporte dos sedimentos pela ação mecânica da água dos rios (erosão fluvial), da água da chuva (erosão pluvial), dos ventos (erosão eólica), do gelo (erosão glacial), das ondas e correntes do mar (erosão marinha). O processo natural da erosão pode se acelerar, direta ou indiretamente, pela ação humana. A remoção da cobertura vegetal e a destruição da flora pelo efeito da emissão de poluentes em altas concentrações na atmosfera são exemplos de fatores que provocam erosão ou aceleram o processo erosivo natural.
Escala gráfica e numérica	É a relação de proporcionalidade que há entre o espaço real (superfície física) e o espaço representado (desenho).
Espaço Geográfico	Pode ser definido como uma coleção de localizações na superfície da Terra onde ocorrem os fenômenos geográficos.
Estabelecimento Agropecuário	Terreno de área contínua, independente do tamanho ou situação (urbana ou rural), formado de uma ou mais parcelas, subordinado a um único produtor, onde se processa uma exploração agropecuária, como: cultivo do solo com culturas permanentes e

	temporárias, hortaliças e fl ores; criação, recriação ou engorda de animais de grande e médio porte; criação de pequenos animais; silvicultura ou reflorestamento; e extração de produtos vegetais.
Extrativismo Animal	Exploração dos produtos animais, através da caça, coleta ou cata e pesca.
Extrativismo Vegetal	Exploração de recursos vegetais nativos, através da coleta ou apanha de produtos.
Fator Ambiental	Todo e qualquer elemento constituinte da estrutura de um ecossistema capaz de, por necessidade ou acaso, transacionar matéria e energia com outros elementos que dispõem desta propriedade e com o ecossistema como um todo.
Feição	Na terminologia SIG, uma feição pode ser entendida como a representação de uma entidade ou um elemento com característica pontual, linear ou areal. Ou seja, objetos ou aspectos da superfície da Terra que podem ser naturais ou artificiais.
Fenômenos Geográficos	São distribuições espaciais das características da superfície da terra, podendo pertencer a sistemas naturais ou criados pelo homem, tais como tipos de solos, vegetação, aspectos climáticos, etc.
Fotografia Aérea	Fotografia obtida por sensores a bordo de aeronaves.
Geocodificação	Trata-se do processo de espacialização de pontos a partir de atributos não espaciais. Usualmente, utilizam-se o endereçamento urbano como atributos não espaciais.
Geomorfologia	Ciência que estuda as formas de relevo. Estudo das formas de relevo atuais e investigação da sua origem e evolução.
Geoprocessamento	É a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica.
Gestão do Território	Política territorial, ainda que nem sempre explícita, mas embasada em coordenadas de direção. As diferentes formas de gestão estão associadas a diferentes modelos políticos e econômicos e apoiadas em determinadas bases tecnológicas. No caso de um país, a gestão constitui parte integrante do sistema

	vigente, exercendo-se sobre o espaço delimitado, o território nacional, e rebatendo em diferentes escalas espaciais.
Grandes Regiões	Conjunto de Unidades da Federação com a finalidade básica de viabilizar a preparação e a divulgação de dados estatísticos. A última divisão regional, elaborada em 1970 e vigente até o momento atual, é constituída pelas regiões: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste.
Imagem de Satélite	Imagem captada por um sensor a bordo de um satélite artificial, codificada e transmitida para uma estação rastreadora na Terra (imagem raster).
Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana:	Instituído pela Constituição Federal, artigo 156, I, cuja incidência se dá sobre a propriedade urbana. Ou seja, o IPTU tem como fato jurídico tributário a propriedade, o domínio útil ou a posse com ânimo de dono de propriedade imóvel localizada em zona urbana ou extensão urbana.
Informação Geográfica	Apresenta uma natureza dual, ou seja, é composta por um dado geográfico e atributos descritivos.
Landsat	Programa americano que captura imagens da superfície terrestre através de satélites, iniciado pela NASA nos anos de 1970, designando os satélites do programa e as imagens por eles enviadas.
Linha	Definido por no mínimo dois pares de coordenadas xy (dois pontos).
Local	todo lugar que não se enquadre em nenhum dos tipos definidos anteriormente, com moradores ou não, desde que possua nome pelo qual seja conhecido.
Localidade	todo lugar do território nacional onde exista um aglomerado permanente de habitantes.
Lugarejo	Localidade sem caráter privado ou empresarial que possui característica definidora de Aglomerado Rural Isolado e não dispõe, no todo ou em parte, dos serviços ou equipamentos enunciados para povoado.
Mapa	Representação plana e reduzida de um setor da superfície terrestre. Fonte: Dicionário Michaelis.

	<p>Desenho ou representação visual que mostra diversos lugares e seus relacionamentos. Um mapa também simboliza as feições e condições desses lugares. Fonte: Boletim Cartográfico - 34.</p>
Mapas Cognitivos	<p>Um mapa cognitivo é uma forma de representar o problema do decisor, bem como lidar com grupos de decisores, cada qual com seu próprio problema.</p>
Mapas de Relações Meios e Fins	<p>A partir de um conceito, pode-se questionar ao decisor sobre quais são os meios necessários para atingi-lo, ou então, sobre quais são os fins aos quais ele se destina. A estrutura de um mapa é formada por conceitos meios e conceitos fins, relacionados por ligações de influência.</p>
Mapas Temáticos	<p>Quando se destinam ao estudo, análise e pesquisa de um ou mais temas, como Geologia, Pedologia, Demografia etc. Um mapa temático geralmente contém dados generalizados ou informações simplificadas para torna-lo mais fácil de ler. Fonte: Boletim Cartográfico -34. (http://portalgeo.rio.rj.gov.br/mlateral/glossario/T_Cartografia.htm)</p>
Mapeamento sistemático nacional	<p>Elaboração e preparação de cartas ou mapas do território nacional, em escala e fins diversos, segundo normas e padrões pré-estabelecidos por entidades cartográficas. Fonte: Fator Gis -7.</p>
Megapixel	<p>Um milhão de pontos que formam a imagem em câmeras fotográficas digitais.</p>
Meio Ambiente	<p>Tudo o que cerca o ser vivo, que têm influência e que é indispensável à sua sustentação. Essas condições incluem solo, clima, recursos hídricos, ar, nutrientes e os outros organismos. O meio ambiente não é constituído apenas do meio físico e biológico, mas também do meio sociocultural e sua relação com os modelos de desenvolvimento adotados pelo homem, onde interagem fatores de ordem física, biológica e socioeconômica.</p>
Monitoramento	<p>Acompanhamento periódico, por observações sistemáticas de um atributo ambiental, de um problema ou situação, pela quantificação das variáveis que o caracterizam.</p>

Municípios	são as unidades de menor hierarquia dentro da organização político-administrativa do Brasil, criadas através de leis ordinárias das Assembleias Legislativas de cada Unidade da Federação e sancionada pelo governador. Nos Territórios a criação dos municípios se dá através de Lei da Presidência da República.
Nó	É um ponto que contém informações de início e fim de linhas ou a intersecção destas.
Objetos Geográficos	São representações de entidades distribuídas espacialmente e que normalmente são criadas pelo homem, por exemplo, cidades, propriedades rurais ou urbanas, redes de telefonia, escolas, etc.
Ordenamento Territorial	Compatibilização das necessidades do homem, relativas à ocupação e ao uso do solo, com a capacidade de suporte do território que pretende ocupar. As propostas de ocupação e uso do solo emergem do homem, da sua política e da economia dela derivada.
Pixel	O menor ponto em uma imagem digital, cuja principal característica é a cor.
Ponto	Entidade geográfica que pode ser localizada a partir de um par de coordenadas XY.
Polígono	Podem ser entendidos como um conjunto de arcos que se fecham, servem para representar uma área de mesmo atributo. Podem ser regulares ou irregulares.
Povoado	Localidade que tem a característica definidora de Aglomerado Rural Isolado e possui pelo menos 1 (um) estabelecimento comercial de bens de consumo requeire e 2 (dois) dos seguintes serviços ou equipamentos: 1 (um) estabelecimento de ensino de 1º grau em funcionamento regular, 1 (um) posto de saúde com atendimento regular e 1 (um) templo religioso de qualquer credo. Corresponde a um aglomerado sem caráter privado ou empresarial ou que não está vinculado a um único proprietário do solo, cujos moradores exercem atividades econômicas quer primárias, terciárias ou, mesmo secundárias, na própria localidade ou fora dela.
Preservação	Ação de proteger, contra a modificação e qualquer

	forma de dano ou degradação, um ecossistema, uma área geográfica definida ou espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção, adotando-se as medidas preventivas legalmente necessárias e as medidas de vigilância adequadas.
Propriedade Rural	Todo lugar em que se encontre a sede de propriedade rural, excluídas as já classificadas como Núcleo.
Raster ou matriz	É a forma de representação da variação contínua ao longo do espaço.
Recursos Naturais	Toda matéria e energia que ainda não tenha sofrido um processo de transformação e que é usada diretamente pelos seres humanos para assegurar as necessidades fisiológicas, socioeconômicas e culturais, tanto individual quanto coletivamente.
Referencial geodésico	É oficialmente formado pelo Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), que se estrutura pelo conjunto de estações materializadas no terreno e cuja posição serve como referência precisa a diversos projetos, em especial à geração de cartografia em várias escalas.
Regiões Administrativas, Subdistritos e Zonas	são unidades administrativas municipais, normalmente estabelecidas nas grandes cidades, criadas através de leis ordinárias das Câmaras Municipais e sancionadas pelo prefeito.
Resolução Espacial	Capacidade do sistema sensor em enxergar objetos na superfície terrestre; quanto menor o objeto possível de ser visto, maior a resolução espacial.
Resolução Espectral	Conceito inerente às imagens multiespectrais de sensoriamento remoto. É definida pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior a resolução espectral de um sensor.
Resolução Radiométrica	Dada pelo número de níveis digitais representando níveis de cinza, usados para expressar os dados coletados pelo sensor. Quanto maior o número de níveis, maior é a resolução radiométrica. O sistema visual humano não é muito sensível a variações em intensidade, pois dificilmente são percebidas mais

	que 30 diferentes tons de cinza numa imagem; o computador, por sua vez, consegue diferenciar qualquer quantidade de níveis, razão pela qual torna-se importante ter imagens de alta resolução radiométrica.
Sensoriamento Remoto	Conjunto bastante complexo de técnicas que utilizam sensores na captação e no registro da energia refletida ou emitida pela superfície da Terra, com o objetivo de obter informações, imagens e/ou sinais elétricos, para o estudo do ambiente terrestre. As informações disponíveis no mercado – LANDSAT, SPOT, entre outras – são obtidas por meio de sensores a bordo de satélites, que recobrem a Terra periodicamente.
Setores Censitários	É a unidade de controle cadastral formada por área contínua urbana ou rural, cuja dimensão é o número de domicílios ou de unidades não residenciais que permitem ao recenseador cumprir suas atividades censitárias em um prazo determinado, respeitando o cronograma de atividades. Os limites do setor censitário deverão ser definidos, preferencialmente, por pontos de referência estáveis e de fácil identificação no local, de modo que o entrevistador somente faça a coleta na área sob sua responsabilidade.
Sistemas de Cartografia Digital (Automática)	São sistemas focados na captura, classificação e simbolização automática. De uma forma geral, são especializados para o desenho de mapas, possuindo saídas de grande qualidade em formato vetorial.
Sistemas de Coordenadas	É com base em determinados sistemas de coordenadas que se descreve geometricamente a superfície terrestre. O sistema é necessário para expressar a posição de pontos sobre uma superfície, seja ela um elipsoide, uma esfera (paralelos e meridianos) ou um plano (X e Y). Para terminar de amarrar a posição de um ponto no espaço, necessita-se ainda complementar as coordenadas bidimensionais com uma terceira coordenada que é denominada altitude referenciada ao nível médio dos mares.
Sistema de projeção	A adoção de um sistema de projeção cartográfico é fundamental para qualquer mapeamento e tem como

	objetivo determinar um método destinado à representação da superfície curva da Terra em um plano. Nas cartas cadastrais, utiliza-se a projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, entretanto não é a mais adequada, necessitando ser aprimorada às condições da escala grande e, portanto, aos interesses do CTM.
Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD)	São especializados no armazenamento e manipulação de dados alfanuméricos, que seriam os atributos dos dados espaciais. Com isto não possuem bons sistemas para consulta e visualização.
Sistema de Sensoriamento Remoto (SSR)	São voltados para o processamento e interpretação de dados oriundos de aeronaves ou satélites e que também possuem restrições quanto à análise espacial com outras fontes de dados. Os SIGs são ferramentas computacionais básicas para geoprocessamento, que permitem realizar análises complexas, integrando dados de diversas fontes e criando banco de dados georeferenciados..
Sustentabilidade Ambiental	Atributo da entidade espaço territorial, reflexo de um processo dinâmico e aleatório de transações de energia e matéria entre todos os componentes de um espaço territorial, realizado por necessidade e por acaso. É um atributo que têm fim, limitado no tempo e no espaço.
Topologia	é um ramo da matemática que exprime e estuda as relações ou ligações entre objetos ou conjunto de objetos.
Unidades da Federação	Estados, Territórios e Distrito Federal. São as Unidades de maior hierarquia dentro da organização político-administrativa no Brasil, criadas através de leis emanadas no Congresso Nacional e sancionadas pelo Presidente da República.
USB	Universal Serial Bus - Padrão para conectar computadores e equipamentos eletrônicos.
Vila	localidade com o mesmo nome do distrito a que pertence (sede distrital) e onde esta sediada a autoridade distrital, excluídos os distritos das sedes municipais.
Vulnerabilidade	Conjunto de fatores ambientais da mesma natureza

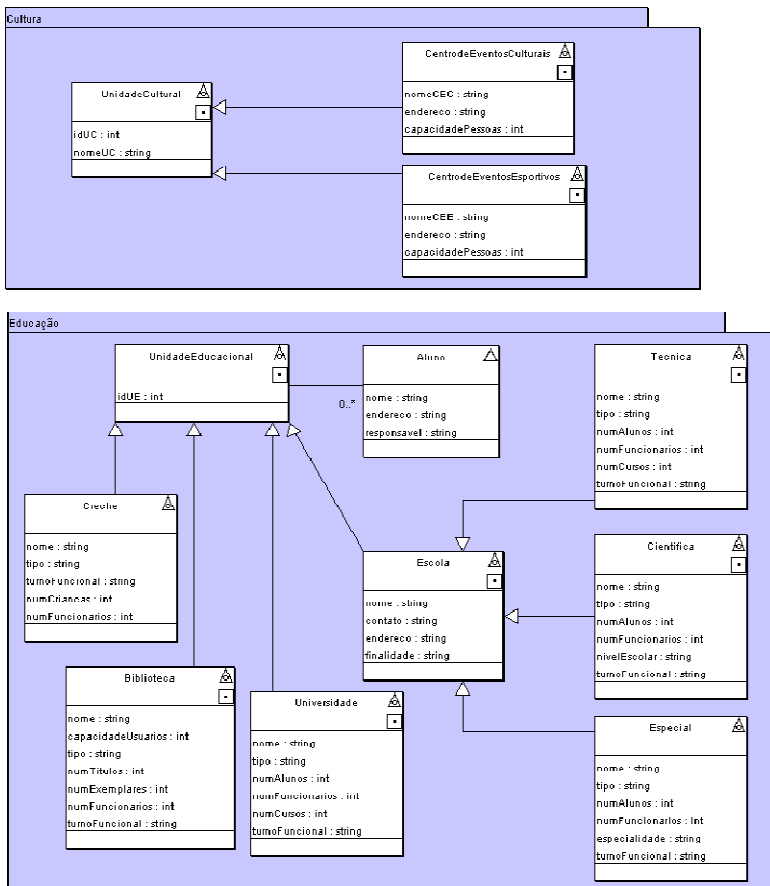
Ambiental	que, diante de atividades ocorrentes ou que venham a se manifestar, poderá sofrer adversidades e afetar, de forma vital ou total ou parcial, a estabilidade ecológica da região em que ocorre.
Zoneamento Ambiental	Instrumento para ordenação de subespaço, que emerge basicamente de um conjunto de intenções e atitudes que, contrastado com a dinâmica dos processos naturais e sociais ocorrentes no mesmo espaço, vai permitir a obtenção de princípios e parâmetros relativos à sua utilização. Tais princípios e parâmetros conduzirão à formulação de normas e procedimentos para uma adequada articulação de meios, no sentido de discriminar espaços a utilizar e a não utilizar.

APÊNDICE I – DIAGRAMAS UML - TEMÁTICAS

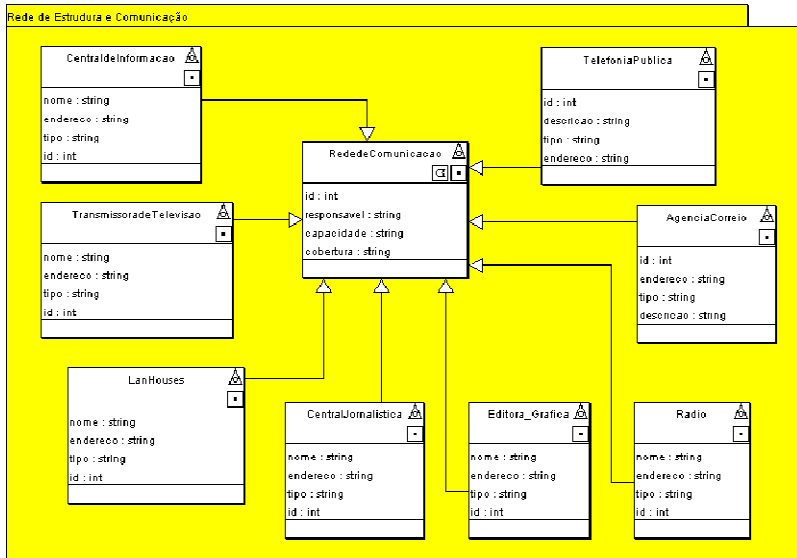
0001_Rede_de_Abastecimento_Agua_GeoFrame



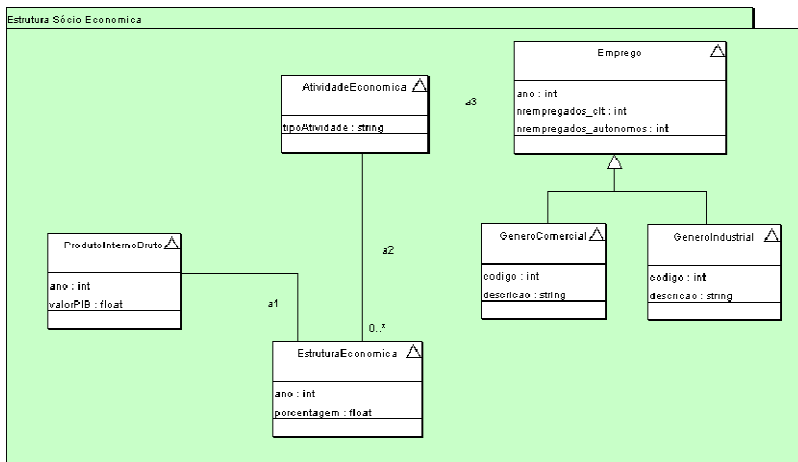
0003_EducaoCultura



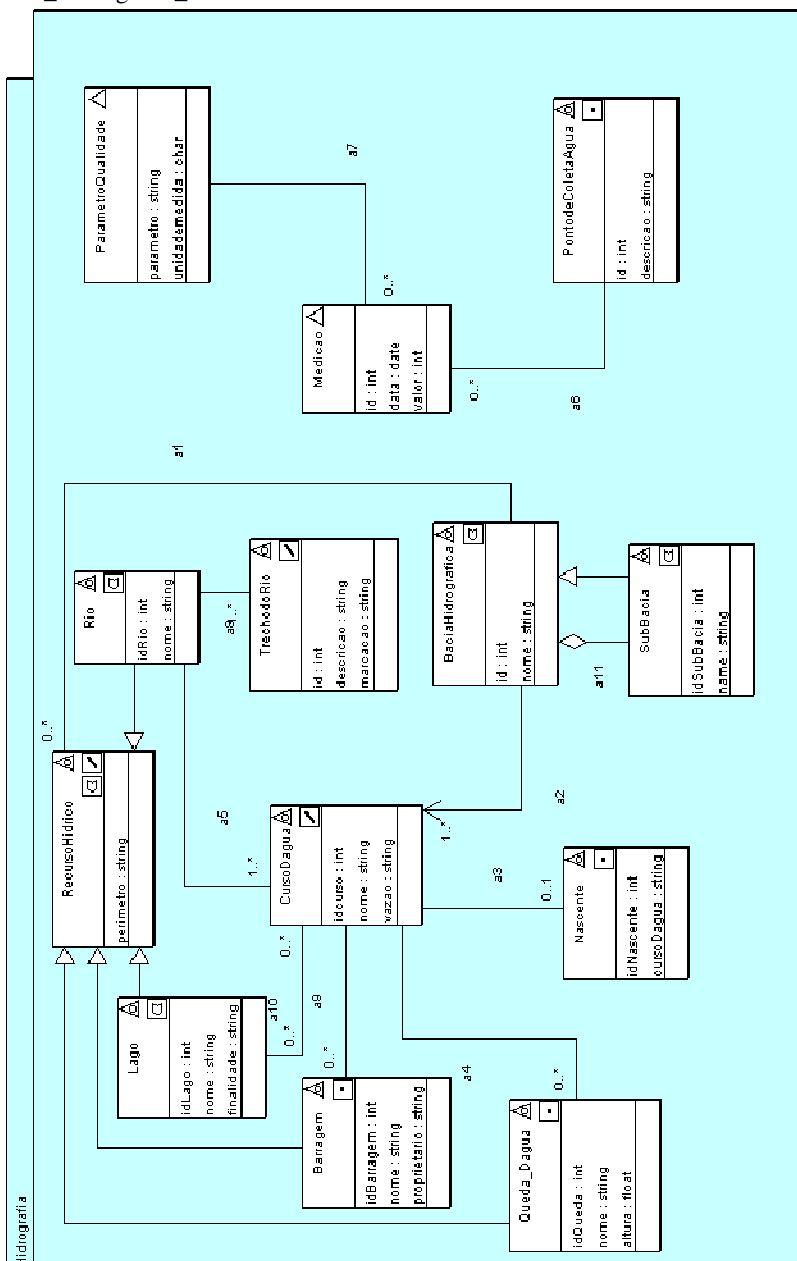
0004_EstruturaeComunicacao_GeoFrame



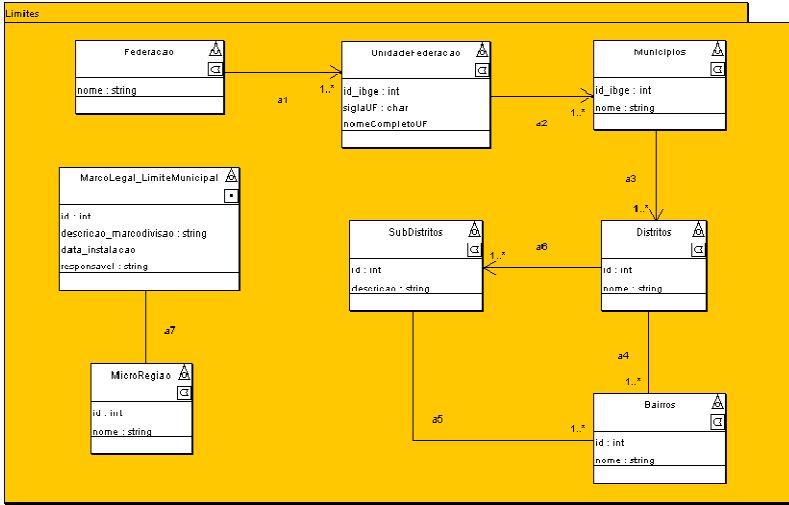
0005_EstruturaEconomica_GeoFrame



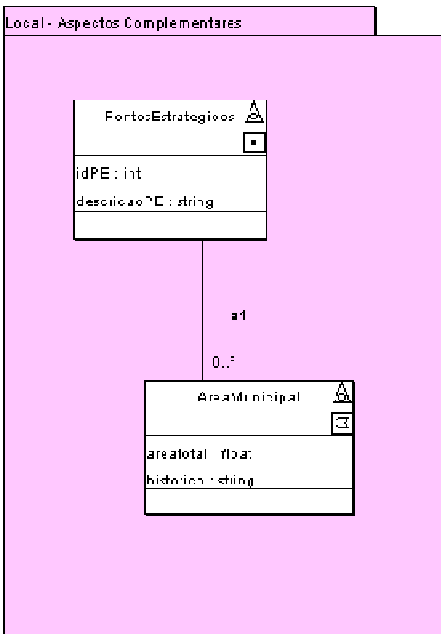
0006_Hidrografia_GeoFrame



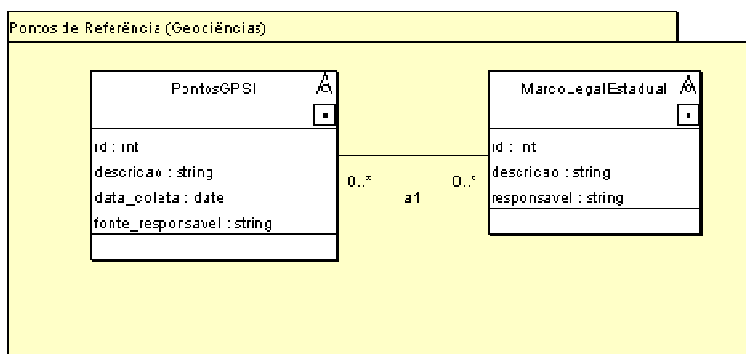
0007_Limites_GeoFrame



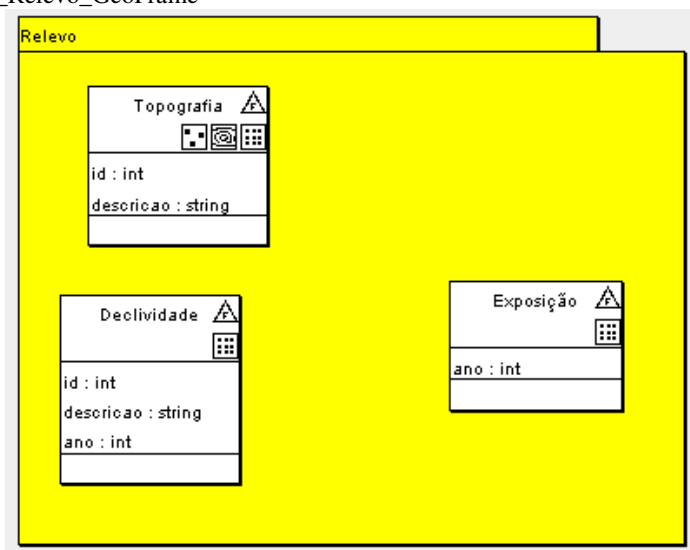
0008_Localidades_GeoFrame



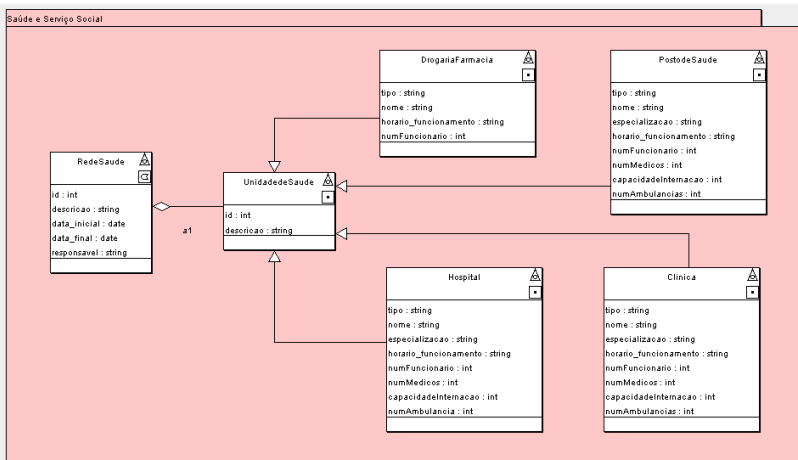
0009_PontosdeReferencia_GeoFrame



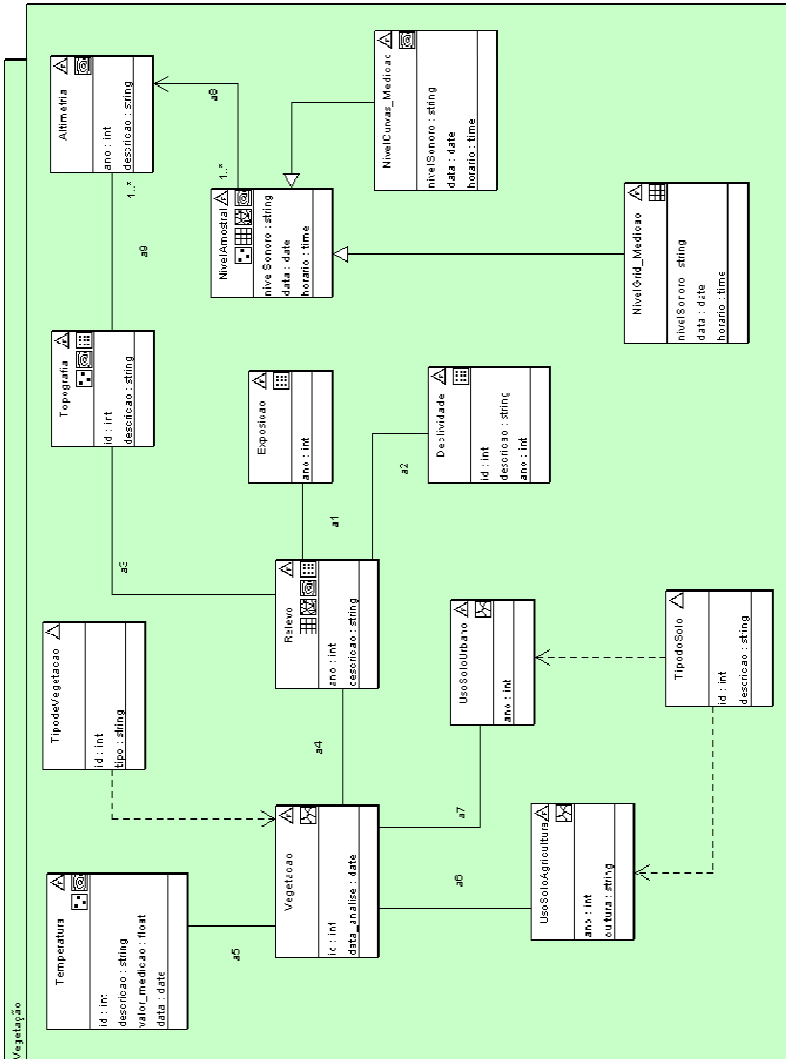
0010_Relevo_GeoFrame



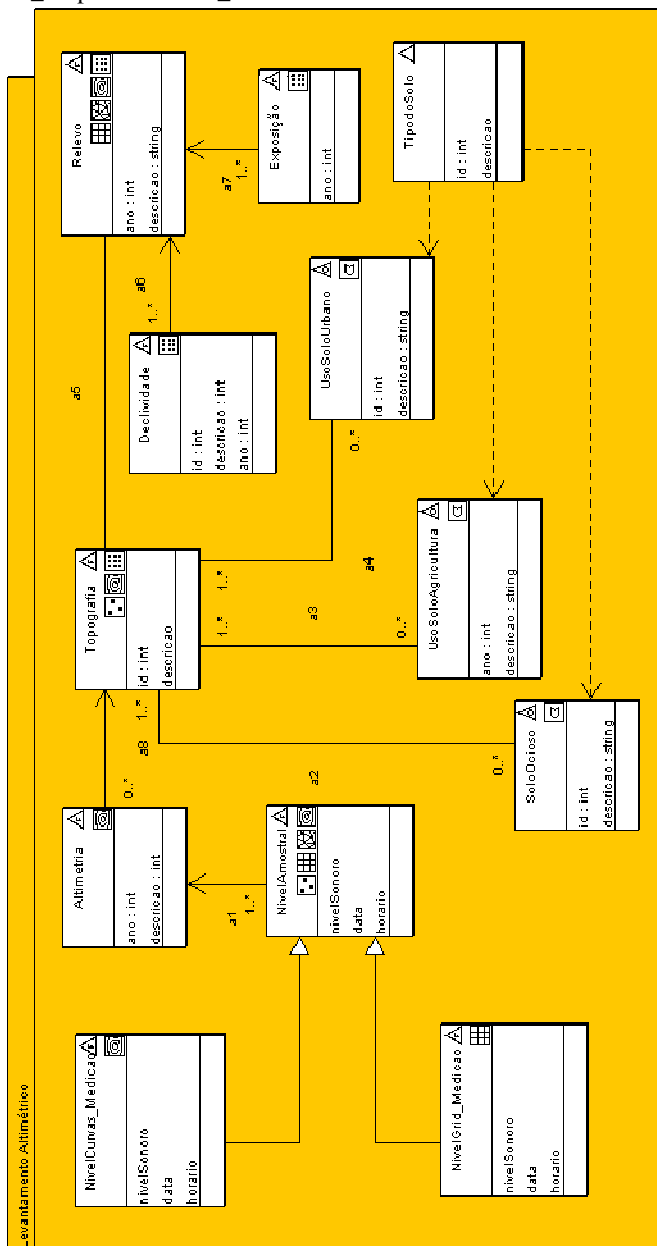
0011_SaudeServicoSocial_GeoFrame



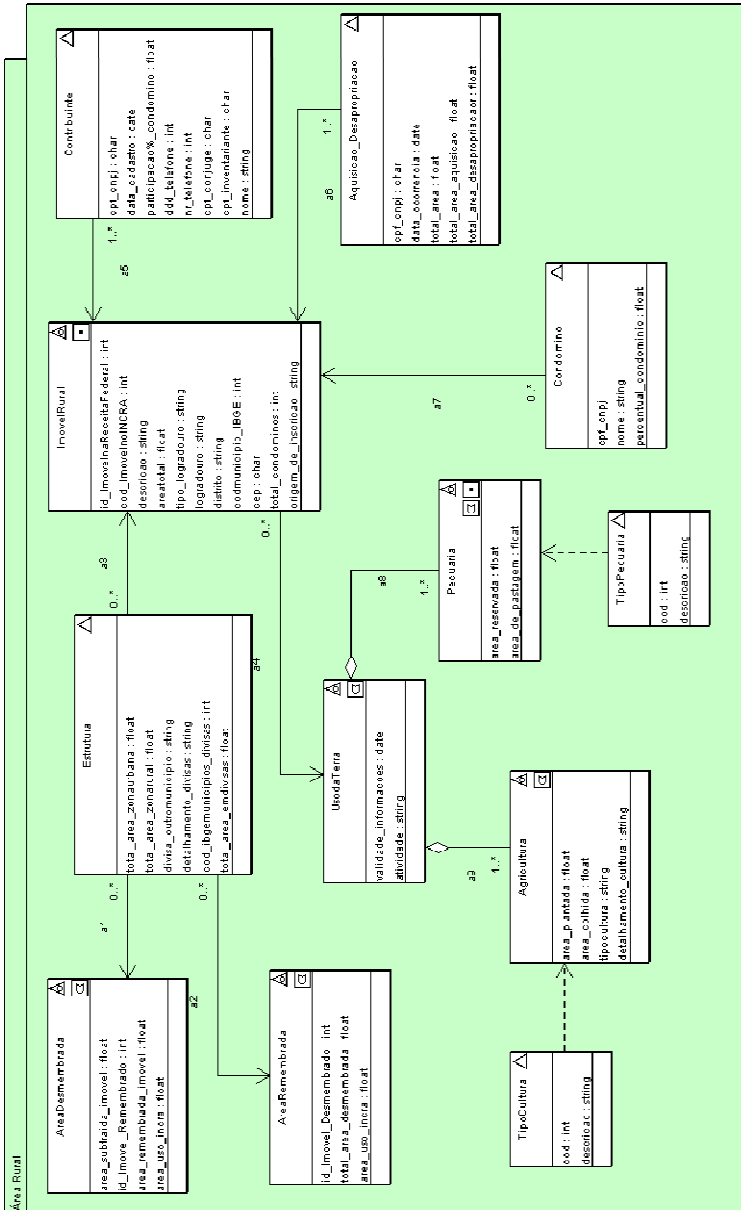
0013_Vegetacao_GeoFrame



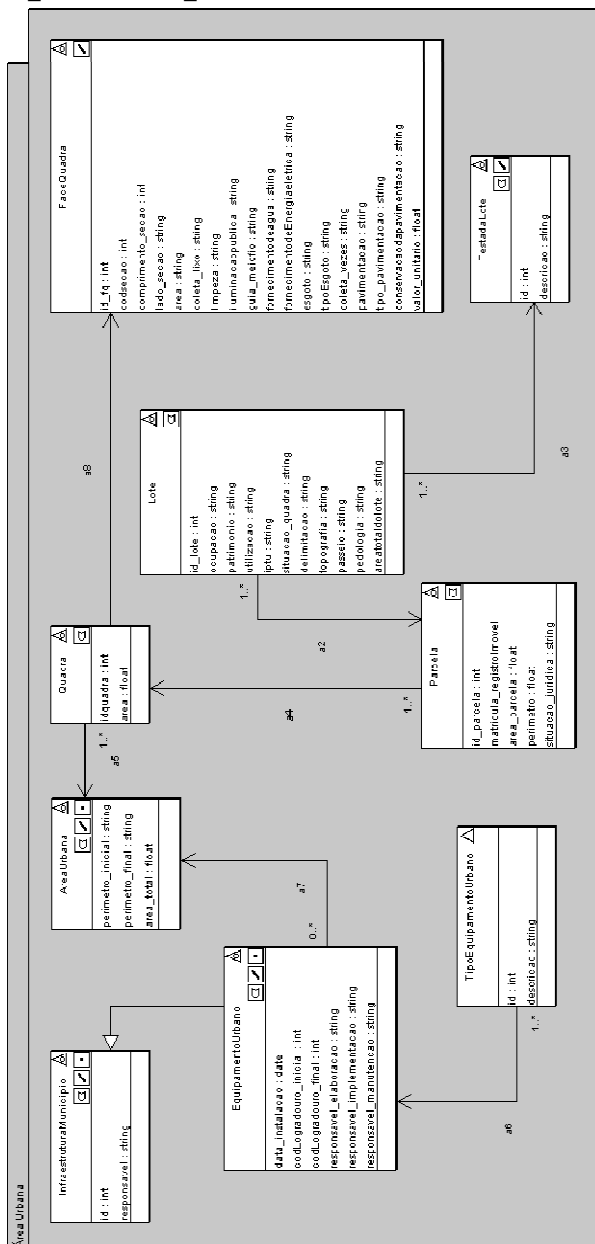
0014_MapaAltimetrico_GeoFrame



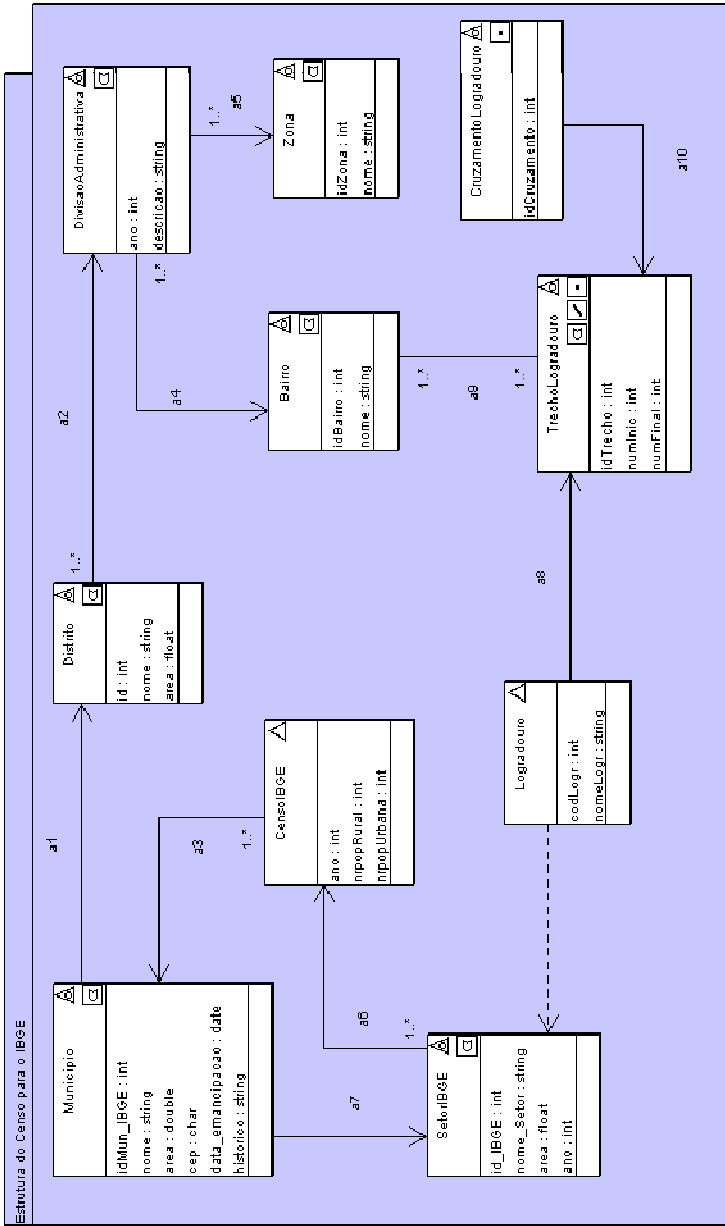
0015_AreasRurais_GeoFrame



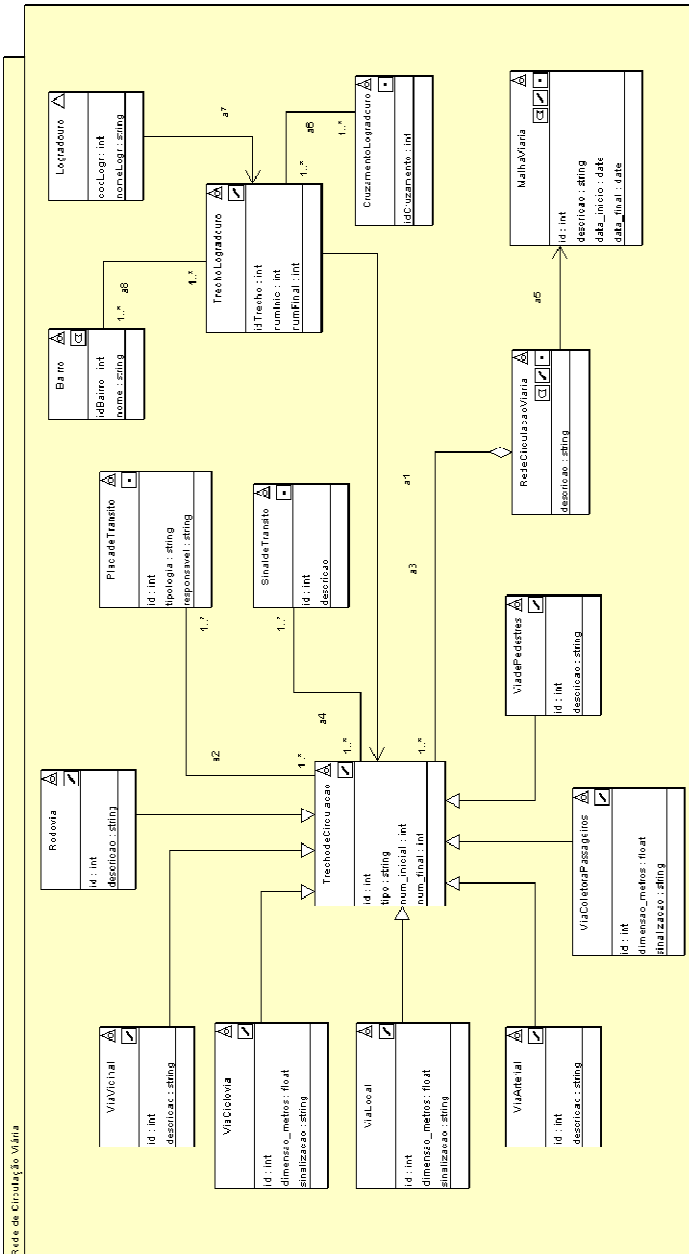
0016_AreasUrbanas_GeoFrame



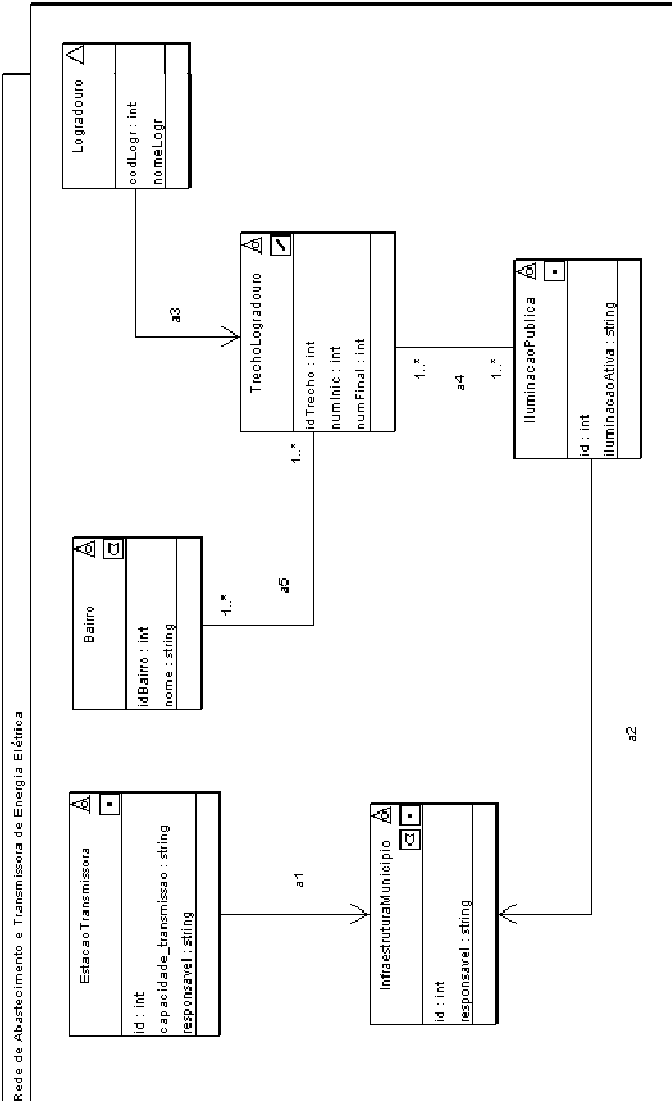
0017_CensoIBGE_GeoFrame



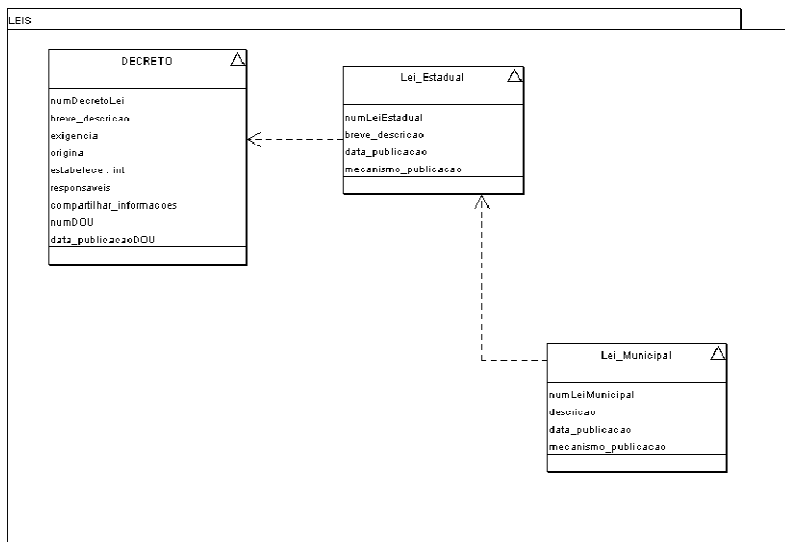
0019_RedeCirculacaoViaria_GeoFrame



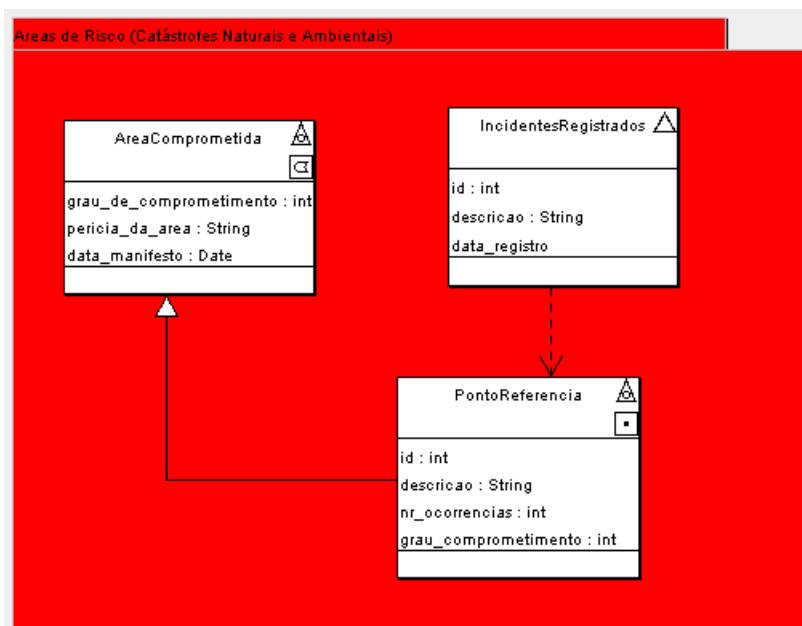
0021_EnergiaElétrica_GeoFrame



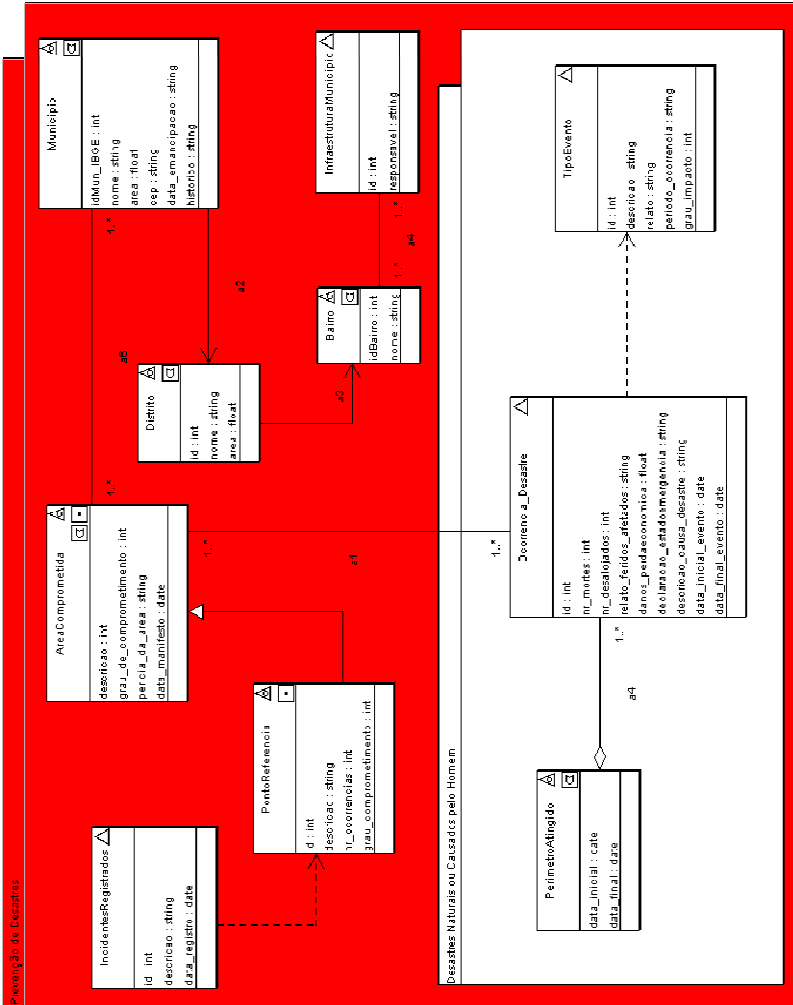
0022_LEIS_GeoFrame



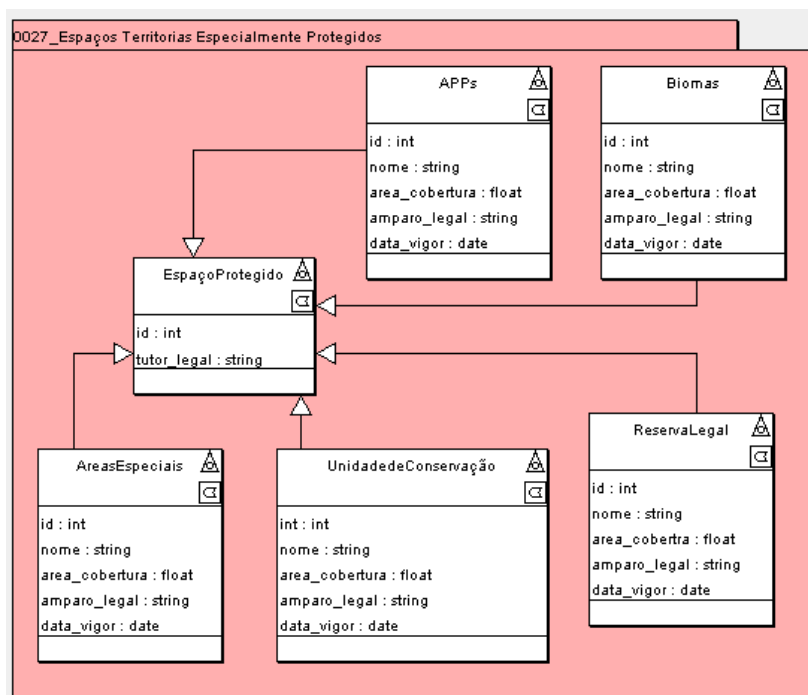
0023_Areas_de_Risco_GeoFrame



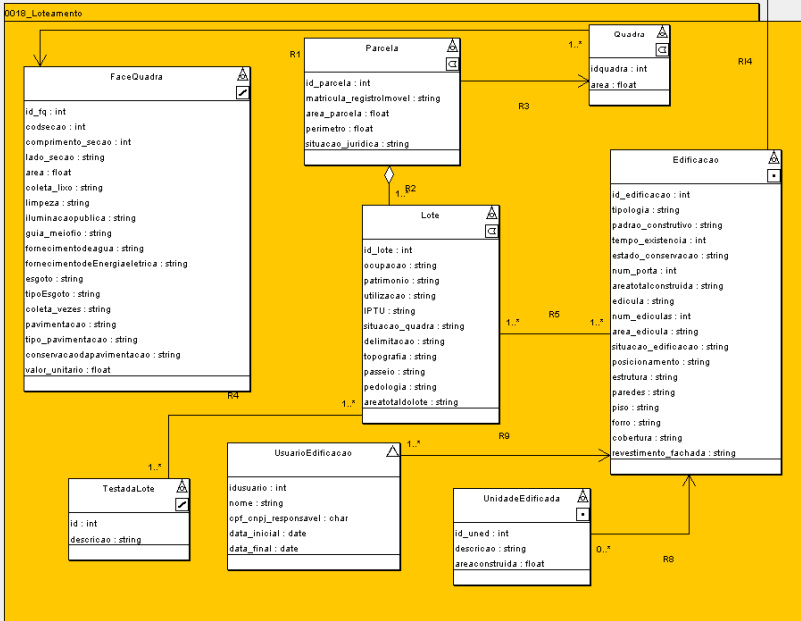
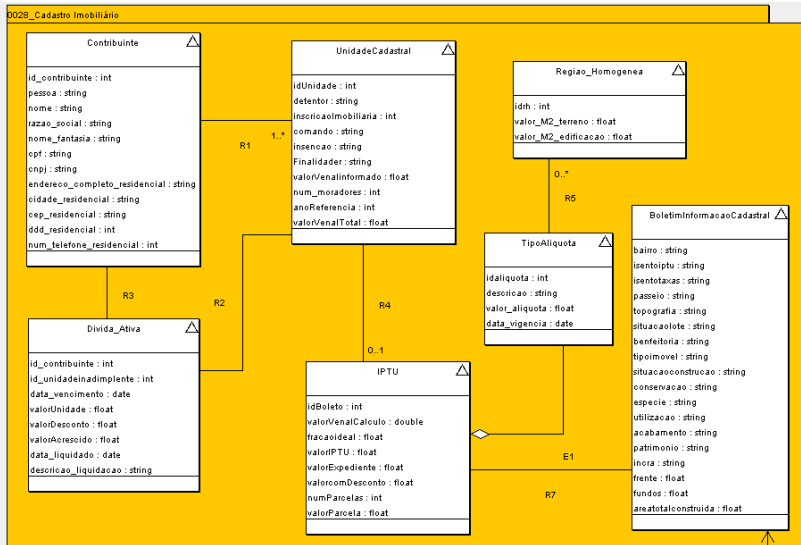
0024_PrevencaoDeDesastres_GeoFrame



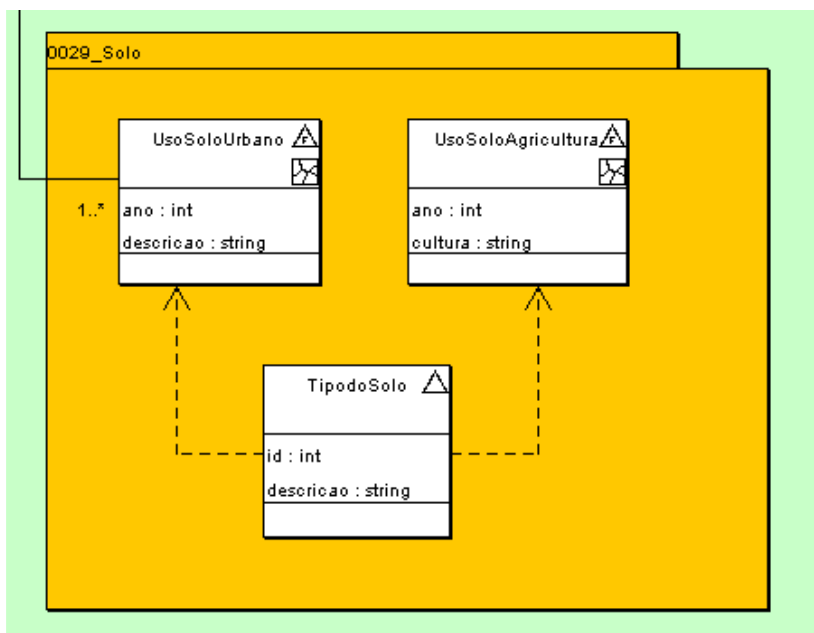
0027_EspaçosTerritoriaisEspecialmenteProtegidos



0028_CadastroImobiliario



0029_Solo



0030_AcompanhamentoClimatico



APÊNDICE J - SCRIPT PARA CONVERSÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS NO FORMATO SHP -> POSTGRESQL

```

Passo 1:.....
// Procedimentos iniciais
// Executa comando que inicializa todos os processos.
    /home/andre/backups/baseGEO/estatcart_SQLs/sqls_9/exec1.sh

Passo 2:
// Verifica se existe arquivos compactados, caso positivo descompacta,
// depois copia todos os arquivos .shp, shx, dbf, mdx para um diretório
// de trabalho
    [zip] pkunzip nomearquivo.zip /diretorio/trabalho/
    [arj] arj -e nomearquivo.arj /diretorio/trabalho/
    [tar] tar -xvf nomearquivo.tar /diretorio/trabalho/
    [gz] tar -xvfz nomearquivo.tar.gz /diretorio/trabalho/
    [bz2] tar -xZvf nomearquivo.tar.bz2 /diretorio/trabalho/

Passo 3:.....
// Usa o programa "shp2pgsql" para converter os arquivos (.shp + dbf) para
// somente um arquivo de script SQL.
    shp2pgsql -s 4291 -W "LATIN1" Nome_Arquivo.shp nome_tabela_bd >
    nome_arquivo.sql

// Confere se os arquivos foram convertidos corretamente através de checklist.
...

Passo 4:.....
//lê o número de diretórios (nd):
    while x <= nd
    // Busca por palavras "UTF8" e troca por "LATIN1" prevenido
// incompatibilidade dos dados com o SGBD. Ao final copia o resultado para o
// arquivo 01.sql no diretório de destino.
        sed 's/UTF8/LATIN1/' /diretorio/trabalho/tema01/tb1_Resultamos1_Acre.sql >
//diretorio/trabalho/latin1/01.sql;

Passo 5:.....
//Troca de usuário para acessar o SGBD PostGreSQL
    # su postgres

//lê o número de arquivos (nf):
    while x <= nf
    // Importa para o SGBD todas as bases através do script SQL.
        psql -d dbibgeestatcart < /diretorio/trabalho/tema01/latin1/01.sql;

```


ANEXO A – AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA O PLANO DE MIGRAÇÃO DE SOFTWARE LIVRE NO PAÍS

Ações	Objetivos	Produto	Responsáveis
1) Prover treinamento específico para profissionais de suporte.	1º	Programa de treinamento elaborado e rede de instituições responsáveis por sua implementação definida.	Câmara de Implementação de Software Livre (CISL); ENAP; Universidades federais.
2) Organizar conteúdos técnicos on-line para apoio ao suporte.	3º	Cursos, artigos, publicações, revistas disponíveis em portal de referência para suporte.	CISL; SLTI
3) Estabelecer padrões abertos para os documentos, garantindo a troca de informações.	4º, 5º, 12º	Normas com padrões definidos.	CISL; SLTI
4) Criar grupo de apoio e suporte para migração do legado para software livre.	9º, 6º	Grupo constituído com atividades definidas para 2004.	CISL; SLTI
5) Formar um grupo de multiplicadores a partir de servidores de cada órgão.	1º, 2º	Constituição do grupo.	CISL; CGMIs de cada órgão.
6) Criar orientações para adquirir hardware compatível com o software livre.	4º	Documento de orientações.	CISL; SLTI
7) Promover um padrão para integração de sistemas.	4º	Norma até dezembro de 2004.	CISL; SLTI
8) Tornar disponíveis ferramentas para desenvolvimento em software livre.	4º, 9º	Catálogo de ferramentas até dezembro de 2004.	CISL; Câmara Técnica de Integração de Sistemas
9) Desenvolver aplicativos direcionados a projetos educacionais e pedagógicos.	7º	Distribuição Gnu/Linux voltada para escolas do ensino básico e médio até dezembro de 2004.	Câmara de Implementação de Software Livre; MEC
10) Produzir especificações para aquisição de equipamentos compatíveis com software livre.	4º, 8º, 10º, 11º	Especificações de compra.	CISL; Câmara de Sistemas Legados e Licenças.
11) Definir a camada de infraestrutura para a plataforma livre na arquitetura de governo eletrônico (interoperabilidade, compatibilidade e acessibilidade).	4º	Padrões da camada de infraestrutura definidos até nov/2003 (norma).	CISL; Câmara de Integração de Sistemas; Câmara de Infra-Estrutura de Redes;

Ações (Continua 1)	Objetivos	Produto	Responsáveis
12) Migrar serviços básicos de rede e planejar, estruturar e testar a migração dos demais serviços.	4º, 5º, 9º	Documento com orientações e normatização. Estudos de viabilidade e planos de migração do legado.	CISL; Câmara de Infra-estrutura de Redes; Câmara de Sistemas Legados e Licenças; CGMIs de cada órgão.
13) Estudos de migração dos bancos de dados utilizando testes laboratoriais visando à geração de um guia.	4º, 6º, 9º	Guia para migração de bancos de dados.	CISL; Câmara de Sistemas Legados e Licenças; Câmara de Integração de Sistemas.
14) Plano de substituição do sistema operacional para GNU/Linux e suíte de escritório OpenOffice nas estações de trabalho.	5º, 6º, 9º	Documento de orientações. Planos elaborados por órgão.	CISL; Câmara de Sistemas Legados e Licenças; CGMIs de cada órgão.
15) Criar uma campanha publicitária única para divulgação, esclarecimento e adoção do software livre pelo governo federal.	2º, 11º, 13º	Identidade visual, material impresso, mídia eletrônica, audiovisual, uso dos veículos de informação institucionais, concurso para desenvolvimento de soluções em software livre.	CISL; SECOM-PR
16) Criação do portal do software livre do governo federal (www.softwarelivre.gov.br).	3º, 2º, 9º, 12º	Portal com: divulgação, notícias, links, download, fóruns, listas, EAD (treinamentos), experiências de outros governos, iniciativas nacionais.	CISL
17) Realizar fórum sobre desenvolvimento de sistemas, usando software livre e documentação livre.	2º, 3º, 4º, 9º	Fórum eletrônico sobre desenvolvimento de sistemas usando software livre. Indicativo: outubro de 2003	CISL
18) Criação de um evento nacional de software livre no governo.	2º, 13º	Realização do evento.	CISL
19) Criação de eventos itinerantes para sensibilização.	2º, 13º	Programação de eventos.	CISL

Ações (Continua 2)	Objetivos	Produto	Responsáveis
20) Definir um calendário nacional de eventos a serem apoiados pelo governo federal.	2º, 13º	Programação de eventos.	CISL
21) Elaborar um plano nacional de demonstração de uso e interação com software livre.	2º, 13º	Plano elaborado.	CISL
22) Identificar e mobilizar grupo de formadores de opinião no alto escalão do governo.	13º	Grupo mobilizado.	CISL
23) Incluir o software livre na pauta das reuniões da alta administração do governo federal.	13º	Reuniões agendadas e pautadas.	CISL
24) Elaborar padrões de requerimentos favoráveis ao software livre a serem incluídos em processos de licitação e contratação da administração pública.	8º, 10º, 11º	Conjunto de normas.	CISL; Advocacia Geral da União;MP;TCU
25) Elaborar padrões de requerimentos que criem condições favoráveis à utilização de software livre no acesso a recursos de fundos, linhas de financiamento e programas de fomento.	11º, 10º	Novos critérios de acesso a recursos definidos para fundos, linhas de financiamento e programas de fomento.	CISL; Min. Fazenda; MCT; MC; BNDES; CEF; BB
26) Redirecionamento de fundos públicos para software livre.	11º, 10º	Fundos setoriais voltados para software livre.	CISL;MCT; MC; MDIC
27) Articular rede de parceiros (dentro e fora do governo) para capacitação, pesquisa, desenvolvimento e testes em software livre.	1º, 3º, 8º	Novos programas de qualificação.	CISL;FAT; ENAP; Universidades; áreas de P&D
28) Política de apoio à exportação de software livre.	11º, 10º	Política formulada.	CISL;MRE; MDIC; MCT
29) Desenvolver premiações para incentivo.	2º	Regulamento de concurso.	CISL;SECOM-PR; MCT; MEC

ANEXO B – ESPECIFICAÇÕES DO e-PING (2008) PARA ACESSO AS ESTAÇÕES DE TRABALHO

Componente	Especificação	Situação
Navegadores (browsers)	Mozilla Firefox, Opera, Chrome, Internet Explorer, Safari e outros.	E
Conjunto de Caracteres e Alfabetos	UNICODE standard versão 4.0, latin-1, UTF8, ISBN 0-321-18578-1.	R
Formato de Intercâmbio de Hipertexto	HTML versão 4.01 (.html ou .htm).	A
	XHTML ⁸³ versões 1.0 ou 1.1 (.xhtml).	A
	XML versões 1.0 ou 1.1 (.xml).	A
	SHTML (.shtml).	R
	MHTML ⁸⁴ (.mhtml ou .mht).	T
Arquivos do Tipo Documento	XML versões 1.0 ou 1.1 (.xml), ou com Formatação (opcional) XSL ⁸⁵ (.xsl).	R
	Open Document (.odt), gerado conforme especificações do padrão ISO/IEC 26300 ⁸⁶ .	A
	OpenOffice.org XML (.sxw), gerado no formato do OpenOffice versão 1.0.	T
	Rich Text Format (.rtf).	T
	PDF (.pdf) gerado em formato até versão 1.3.	T
	PDF versão aberta PDF/A ⁸⁷ .	R
	Texto puro (.txt)	A
	HTML versão 4.01 (.html ou .htm)	R
	Microsoft Word document (.doc), gerado no Formato do MS Office até versão 2000.	T
Arquivos do Tipo Planilhas	Open Document (.ods), gerado conforme especificações do padrão ISO/IEC 26300.	A
	OpenOffice.org XML (.sxc), gerado no formato do Open Office versão 1.0.	T
	Planilha MS Excel (.xls), gerado no formato do MS Office até versão 2000.	T

⁸³ XHTML 1.0 The Extensible HyperText Markup Language (Second Edition): A Reformulation of HTML 4 in XML 1.0 – W3C Recommendation 26 January 2000, revised 1 August 2002. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/xhtml1/>.

⁸⁴ Formato de empacotamento de arquivos web da Microsoft (Mime Encapsulation of Aggregate HTML Documents).

⁸⁵ Extensible Stylesheet Language (XSL) Version 1.0 – W3C Recommendation 15 October 2001. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/xsl/>.

⁸⁶ Open Document Format for Office Applications (OpenDocument) v1.0 – padrão ISO/IEC 26300. Disponível em: <http://www.iso.org/>.

⁸⁷ Document management -- Electronic document file format for long-term preservation -- Part one: Use of PDF 1.4 (PDF/A -1) – padrão ISO 19005-1:2005. Disponível em: <http://www.iso.org/>.

Componente (continua 1..)	Especificação	Sit.
Arquivos do Tipo Apresentação	Open Document (.odp), gerado conforme especificações do padrão ISO/IEC 26300.	A
	OpenOffice.org XML (.sxi), gerado no formato do Open Office versão 1.0.	T
	HTML (.html ou .htm), gerado conforme especificações do W3C.	R
	Apresentação MS Power Point (.ppt), gerado no formato do MS Office até versão 2000.	T
Arquivos do tipo “banco de dados” para estações de trabalho. Nas opções texto plano (txt) e csv, deve ser incluído obrigatoriamente o leiaute dos campos, de forma a possibilitar seu tratamento.	XML versões 1.0 ou 1.1 (.xml)	R
	MySQL Database (.myd, .myi), gerados nos formatos do MySQL, versão 4.0 ou superior.	R
	Texto Puro (.txt)	A
	Texto Puro (.csv) – valores separados por vírgula.	A
	Arquivo do Base (.odb), gerado no formato do BrOffice.org (ou OpenOffice.org) versão 2.0 ou posterior.	R
Arquivo MS Access (.mdb), gerado no formato do MS Office, até versão 2000.	T	
Intercâmbio de informações gráficas e imagens estáticas.	PNG (.png), gerado conforme especificações do W3C– ISO/IEC 15948:2003 (E).	A
	TIFF (.tif).	R
	SVG (.svg), gerado conforme especificações do W3C.	R
	JPEG File Interchange Format (.jpeg, .jpg ou .jif).	R
	Open Document (.odg), gerado conforme especificações do padrão ISO/IEC 26300.	A
	OpenOffice.org XML (.sxd), gerado no formato do Open Office versão 1.0.	T
	XCF (.xcf), gerado no formato do GIMP versão 1.0 ou superior.	R
	BMP (.bmp).	T
	GIF (.gif), gerado conforme as especificações GIF87a e GIF89a.	T
	Imagem Corel Photo-Paint (.cpt), gerado no formato da suíte Corel Draw até versão 7.	T
Imagem Photoshop (.psd), gerado no formato do Adobe Photoshop até versão 4.	T	
Gráficos vetoriais	SVG (.svg), gerado conforme especificações do W3C.	R
	Open Document (.odg), gerado conforme especificações do padrão ISO/IEC 26300.	R
	OpenOffice.org XML (.sxd), gerado no formato do Open Office versão 1.0.	T
	Gráfico Corel Draw (.cdr), gerado no formato até versão 7.	T
	MSX (.msx), gerado no formato da suíte Corel Draw até versão 7.	T
	Gráfico MS Visio (.vss ou .vsd), gerados no formato até versão 2000.	T
	Windows Metafile (.wmf).	T

Componente (continua 2..)	Especificação	Sit.
Especificação de padrões de animação	SVG (.svg), gerado conforme especificações do W3C.	R
	GIF (.gif), gerado conforme a especificação GIF89a.	T
	Shockwave Flash (.swf), gerado no formato do Macromedia Flash até versão 4, do Macromedia Shockwave versão 1.	T
Arquivos do tipo áudio e do tipo Vídeo	.mpg	R
	Áudio e vídeo MPEG-4, Part 14 (.mp4)	R
	MIDI (.mid)	R
	Áudio Ogg Vorbis I (.ogg)	R
	Audio-Vídeo Interleaved (.avi), com codificação Xvid.	R
	Audio-Vídeo Interleaved (.avi), com codificação divX.	T
	Áudio MPEG-1, Audio Layer 3 (.mp3)	T
	Real Media (.rm ou .rmm), no formato dos aplicativos Real Audio Media Player, até versão 8.	T
	Real Audio (.ra ou .ram), no formato dos aplicativos Real Audio Media Player, até versão 8.	T
	WAVE (.wav)	T
	Shockwave Flash (.swf), no formato do Macromedia Flash, até versão 4 ou pelo Macromedia Shockwave, versão 1.	T
	Windows Media Vídeo (.wmv), no formato do Windows Media Player, até versão 6.4.	T
	Windows Media Audio (.wma), no formato do Windows Media Player, até versão 6.4.	T
	QuickTime (.mov), no formato do Apple Quicktime, até versão 6.	T
QuickTime (.qt), no formato do Apple Quicktime, até versão 6.	T	
Compactação de arquivos de uso geral	ZIP (.zip).	R
	GNU ZIP (.gz).	R
	Pacote TAR (.tar).	R
	Pacote TAR compactado (.tgz ou .tar.gz).	R
	BZIP2 (.bz2).	R
	Pacote TAR compactado com BZIP2 (.tar.bz2).	R
	MS Cabinet (.cab).	T
Informações georreferenciadas – padrões de arquivos para intercâmbio entre estações de trabalho.	GML versão 1.0 ou superior. 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.	A
	ShapeFile. Indicado para estruturas vetoriais limitadas a linhas, pontos e polígonos, cujos atributos textuais não ultrapassem 256 caracteres. Pode armazenar também as dimensões M e Z.	A
	GeoTIFF. Indicado para estruturas matriciais limitadas a matrizes de pixel.	A
	SFS (Simple Features Interface Standard) é um padrão OGC (http://www.opengeospatial.org/standards/sfa) que define a forma como as aplicações irão armazenar (criar, atualizar e excluir) e acessar feições geográficas em sistemas gerenciadores de banco de dados objetos relacionais. OpenGIS Simple Features (feições simples) são feições espaciais descritas usando elementos de dados como pontos, linhas e polígonos.	E

ANEXO C - ESPECIFICACOES DE INTEGRACAO eGOV(2008).

Temas	Especificação	Situação
PROCESSOS – Linguagem para Execução de Processos	BPEL4WS V1.1, conforme definido pelo OASIS	R
PROCESSOS – Notação de Modelagem de Processos	BPMN 1.0, conforme definido pelo OMG	R
Troca de Informações Financeiras	XBRL - eXtensible Business Reporting Language	F
Legislação, Jurisprudência e Proposições Legislativas	LexML v. 1.0 - Projeto LexML define recomendações para a identificação e estruturação de documentos legislativos e jurídicos.	R
Planejamento Estratégico	StratML - Strategy Markup Language	F
INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS – Interoperabilidade entre sistemas de informação geográfica	WMS versão 1.0 ou posterior	A
	WFS versão 1.0 ou posterior	A
	WCS versão 1.0 ou posterior	A
	CAT - O padrão CAT/CSW - Catalogue Services for the Web - é um padrão OpenGIS para intercâmbio de metadados por meio de XML. A utilização do CSW é fundamental na implantação de redes de intercâmbio de metadados, sendo totalmente aderente às recomendações do eping quanto ao uso de XML e disponibilidade de bibliotecas livres para sua implantação.	R
	WFS-T - O padrão WFS-T (Web Feature Service - Transaction) se refere às operações opcionais transaction e Lockfeature do serviço WFS, da OpenGIS. A operação Transaction é utilizada para descrever a edição de dados espaciais (inserção, exclusão e atualização) disponibilizados via WEB e a Lockfeature assegura a consistência das feições geométricas em banco de dados geográficos disponibilizadas via WFS por meio de acesso serial.	E
	WKT/WKB - O WKT (Well-Known Text – texto estruturado de uma forma padronizada) ou WKB (Well-Kown Binary) é um formato para representação das coordenadas que compõem uma feição geográfica e utilizado em situações específicas de transporte de coordenadas. Pode representar geometrias do tipo ponto, linha, polígono,	E

ANEXO E - CODIFICAÇÃO (.MAP) DO MAPSERVER

```

1 MAP
2 EXTENT -73.9909 -33.7509 -32.3789 5.27222 # Brasil
3 SIZE 650 610
4 STATUS ON
5 IMAGETYPE PNG
6 PROJECTION
7 "init=epsg:4291"
8 END
9 WEB
10 IMAGEPATH "/var/www/tmp/ms_tmp/"
11 IMAGEURL "/tmp/ms_tmp/"
12 TEMPLATE "/var/www/application/openCGFW_v1-15/prototype/templates/web05_template_brasil.html"
13 END
14 FONTSET "/var/www/application/openCGFW_v1-15/prototype/templates/curso_mapserver/symbols/fontes.txt"
15 SCALEBAR
16 LABEL
17 COLOR 0 0 0
18 ANTIALIAS TRUE
19 SIZE small
20 END
21 POSITION lr
22 INTERVALS 2
23 STATUS embed
24 SIZE 200 5
25 STYLE 0
26 UNITS meters
27 BACKGROUNDCOLOR 255 0 0
28 IMAGECOLOR 255 255 255
29 COLOR 128 128 128
30 OUTLINECOLOR 0 0 255
31 TRANSPARENT off
32 END
33
34 LEGEND
35 STATUS embed
36 IMAGECOLOR 230 230 230
37 LABEL
38 TYPE truetype
39 FONT "arial"
40 COLOR 0 0 0
41 ANTIALIAS true
42 SIZE 10
43 END
44 END
45 #####
46 ### PAIS = BRASIL
47 #####
48 LAYER
49 NAME Brasil
50 TYPE POLYGON
51 DATA /var/www/application/openCGFW_v1-15/prototype/templates/data/ind_Unidadefederacao.shp
52 STATUS DEFAULT
53 #STATUS off
54 CLASS
55 NAME "Brasil"
56 OUTLINECOLOR 0 0 0
57 COLOR 255 255 255
58 END
59 END
60 #####
61 ### ESTADOS = Regiao Norte
62 #####
63 LAYER
64 NAME RGNOR
65 TYPE POLYGON
66 DATA /var/www/application/openCGFW_v1-15/prototype/templates/data/ind_Unidadefederacao.shp
67 STATUS off
68 CLASSITEM "NAME2_" # atributo da tabela .dbf
69 CLASS
70 NAME "REGIAO NORTE"
71 OUTLINECOLOR 255 255 255
72 COLOR 244 150 3
73 EXPRESSION /AC|AM|RO|RR|PA|AP|MA|TO/
74 END
75 END

```

ANEXO F – ALGORITMO APRIORI

```
L1 = {frequent 1- itemsets};
for (k=2; Lk - 1 ≠ ∅; k++) do
  Ck = apriori_gen(Lk - 1);
  forall transactions t ∈ D do
    Ct = subset(Ck, t);
    forall candidates c ∈ Ct do
      c.count++;
    od
  od
  Lk = {c ∈ Ck | c.count ≥ min_sup};
od
Answer = ∪k Lk;
end
```

ANEXO G – ALGORITMO ID3

```
1 Function APRENDIZAGEM_ID3(exemplos, atributos, default) :
2 //árvore de decisão
3   if (exemplos é vazio) then
4     return default;
5   elseif (todos os exemplos têm a mesma classificação) then
6     return (a classificação);
7   elseif (atributos é vazio) then
8     return maioria(exemplos);
9   else
10    melhor <- ESCOLHA_MELHOR_ATRIBUTO(atributos, exemplos);
11    árvore <- nova árvore com raiz "melhor";
12    para cada valor vi de melhor faça
13      exemplosi <- exemplos onde melhor = vi;
14      subárvore <- APRENDIZAGEM_DA_ID3(exemplosi,
15        atributos-{melhor}, maioria(exemplos));
16      adicione subárvore como um ramo à árvore com
17        rótulo vi;
18    return árvore;
```


ANEXO I – CÓDIGO GERADO PARA O SPRING WEB

Arquivo 1:

```

1 //MAP
2 Map
3
4 // Define que o arquivo é do tipo mapa vetorialExtent Xl 75247.544000 Yl
5 -2858290.694000 X2 1024821.486000 Y2 -2129319.020000
6 // Define o retângulo envolvente (box) onde serão compreendidos os dados, em
7 coordenadas planas, sendo Xl, Yl o canto inferior esquerdo e X2, Y2 o canto
8 superior direito.
9 OFX 1000000.000000 OFFY -2000000.000000 PRECISION 100
10 // OFX e OFFY definem um valor de "offset" a ser somado em cada coordenada dos
11 dados, neste exemplo para cada coordenada X sera somado 1.000.000 e para cada
12 coordenada Y sera somado -2.000.000.PRECISION, define a precisão, ou seja, um
13 valor que sera multiplicado pelo valor de cada coordenada. Estes dois parâmetros
14 servem para diminuir o número de caracteres de cada coordenada, diminuindo
15 assim o tamanho do arquivo e o tempo de transmissão do mesmo na Internet. Estes
16 parâmetros são gerados automaticamente pelo exportador Spring -> Spring Web
17 Stage Name Vegetacao src "vegeta39.jpg" Defec
18 // Define um layer tipo imagem para plano de fundo (background). São aceitos os
19 formatos GIF e GIF. O parâmetro "Defec" significa que a imagem só será
20 visualizada quando for selecionada pelo usuário, se substituída por "show", a
21 imagem será visualizada assim que a aplicação for iniciada.
22 Background
23 LT P 14 B 35 30 "SPRING WEB 2.0"
24 LT P 14 B 35 15 "Monocromatico"
25 LT P 14 B 35 15 "São Paulo"
26 // Cria uma legenda de texto (parâmetro LT), na Área direita da tela. Iniciando
27 na posição 15 e com tamanho 30 para a primeira linha e 15 nas demais.
28 Layer Name "DivisaoEstadual" src "" NonObjects
29 LT P 12 10 20 "Divisao Estadual"
30 LT 0 3
31 10 -6842 -2246
32 -6924 -2451
33 -7017 -2481
34 -7175 -2510
35 -7225 -2539
36 -7393 -2572.
37 END
38 0 1
39 -7175 -2510
40 -7225 -2539
41 -7393 -2572.
42 ....
43 END
44 Layerend
45 // Define um layer tipo vetorial. O parametro "DivisaoEstadual" indica o nome
46 que aparecerá no menu Exibir - Plano do SPRING WEB. src "" indica que as
47 coordenadas dos lines serão lidas logo abaixo. NonObjects indica que para
48 este plano não teremos uma tabela de atributos relacionada. VL indica o visual
49 da linha sendo cor e espessura 3. Em seguida seguimos com o pares X, Y das
50 coordenadas de cada linha, terminando a linha com END, e o layer, com Layerend
51 Layer Name LimitesMunicípios src "Limites39.map" NonObjects
52 // Define um segundo layer tipo vetorial. Neste caso o parâmetro src
53 "Limites.map" indica que o respectivo layer encontra-se em um outro arquivo .map
54 de nome Limites.map, tendo sua estrutura semelhante ao descrito acima, ficando
55 assim:
56 Layer Name LimitesMunicípios src "Limites39.map" NonObjects
57 VL 0 3 1 15 10 20 "Limite de Município"
58 VL 0 3 1
59 0 0
60 -6893 -2569
61 -6893 -2631
62 END
63 0
64 -6893 -2631
65 -6937 -2598
66 END
67 0
68 -6871 -2453
69 -6947 -2514
70 -6930 -2569
71 Layer Name SedesMunicípios src "Munic.map" Objects
72 // Define um terceiro layer tipo vetorial que também está armazenado em outro
73 arquivo .map seguindo a mesma estrutura dos demais, porém com uma representação
74 de pontos. O parâmetro Objects indica que para este plano teremos uma tabela de
75 atributos relacionada. Não existe limitação quanto ao número de layers, ficando
76 assim:
77 Layer Name SedesMunicípios src "Munic.map" Objects
78 LT 67 C 7 10 15 "Sede de Município"
79 VT 67 C 5
80 0 5543 -6566 -3903
81 0 5544 -5493 -3602
82 0 5545 -2823 -4564
83 0 5546 -2446 -4456
84 0 5547 -2393 -5054
85 0 5548 -5149 -5388
86 ....

```

Arquivo 2:

```

1 //ATT
2 Table Name SedesMunicípios Nfeields 9 OID Município 40 0 Código 7 1 Estado 2 0
3 AreaKm2 10 1 Populacao 10 1 DensPopulacional 10 1 Latitude 15 0 Longitude 15 0
4
5 // Define uma tabela de atributos relacionada ao layer SedesMunicípios. Nfeields
6 define o numero de campos da tabela e a seguir o nome de cada campo com sua
7 respectiva quantidade de caracteres e tipo (sendo 0 = campo tipo texto e 1 =
8 campo tipo numérico). O campo OID é reservado, trata-se do campo que
9 relacionada o dado geográfico que esta no arquivo .map com o seu respectivo
10 atributo na tabela (arquivo .att).
11
12 // NOTA: Não usar o caracter Sublinha ( _ ) para definir o nome de um campo, se
13 for necessário separação no nome do campo optar pelo caracter Traço ( - ). Ex:
14 ao invés de Area_Km2 usar Area-Km2
15
16 5543 "ADAMANTINA" 3500105 "SP" 412 32766 79.57177 "s 21 41 6." "o 51 4 22"
17 5544 "ADOLFO" 3500204 "SP" 211 3363 15.97599 "s 21 14 6." "o 49 38 33"
18 5545 "AGUAÍ" 3500303 "SP" 473 24960 55.66679 "s 22 3 32" "o 46 58 44"
19 5546 "AGUAS DA PRATA" 3500402 "SP" 143 7171 50.29154 "s 21 56 13" "o 46 43 1."
20 5547 "AGUAS DE LINDOIA" 3500501 "SP" 60 13542 225.71791 "s 22 28 33" "o 46 37
21 54"
22 5548 "AGUAS DE SANTA BARBARA" 3500550 "SP" 409 4319 10.57273 "s 22 52 51" "o 49
23 14"
24
25 // Define os atributos propriamente ditos, separados por espaço. O campo texto
26 tem sempre entre aspas e todas as linhas devem o mesmo número de atributos
27 declarados no Nfeields. Ao final encontra-se um END para encerrar.
28
29

```

Arquivo 3:

```

1 <!--Código utilizado em uma página HTML para realizar a chamada aos arquivos (.class) para
2 execução de Applet-->
3 <? eilapp="content" ?>
4 <object classid="CLSID:8AD9C840-94E6-11D0-8E3E-00005F999993"
5 codebase="http://java.sun.com/products/plugin/1.2/install/1-2-win32_cab?version=1.2.0.0"
6 align="baseline" border="0" width="130" height="40">
7 <param name="CODE" value="GDApplet.class">
8 <param name="ARCHIVE" value="springclient.jar">
9 <param name="type" value="application/java-applet;version=1.2">
10 <param name="mapwidth" value="100">
11 <param name="mapvheight" value="100">
12 <param name="mapvlegend" value="200">
13 <param name="mapvtitle" value="GMapSP">
14 </object>
15
16 <!--COMMENT-->
17 <? application/x-java-applet;version=1.2 java_code="GDApplet.class"
18 java_archive="springclient.jar" mapovwidth="100"
19 mapvheight="100" mapvlegend="200" mapvtitle="GMapSP"
20 pluginpage="http://java.sun.com/products/plugin/1.2/plugin-install.html">
21 </COMMENT-->
22 </object>
23 </object>

```

ANEXO J – PADRÕES DE DADOS GEOGRÁFICOS OGR

The OGR Simple Features Library is a C++ open source library (and commandline tools) providing read (and sometimes write) access to a variety of vector file formats including ESRI Shapefiles, S-57, SDTS, PostGIS, Oracle Spatial, and Mapinfo mid/mif and TAB formats. OGR is a part of the GDAL library (http://www.gdal.org/ogr/ogr_formats.html). Resources:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| ✓ OGR Supported Formats | ✓ OGR SQL |
| ✓ OGR Utility Programs | ✓ OGR - Feature Style Specification |
| ✓ OGR Class Documentation | ✓ SFC (OLE DB client side API) Tutorial |
| ✓ OGR C++ API Read/Write Tutorial | ✓ Adam's 2.5 D Simple Features Proposal (OGC 99-402r2) |
| ✓ OGR Driver Implementation Tutorial | ✓ Adam's SRS WKT Clarification Proposal in html or doc format. |
| ✓ ogr_api.h: OGR C API | |
| ✓ OGR Projections Tutorial | |
| ✓ OGR Architecture | |

The best way to get OGR utilities in ready-to-use form is to download the latest FWTools kit for your platform. While large, these include builds of the OGR utilities with lots of optional components built-in. Once downloaded follow the included instructions to setup your path and other environment variables correctly, and then you can use the various OGR utilities from the command line. The kits also include OpenEV, a viewer that will display OGR supported vector files.

The source code for this effort is intended to be available as OpenSource using an X Consortium style license. The OGR library is currently a loosely coupled subcomponent of the GDAL library, so you get all of GDAL for the "price" of OGR. See the GDAL Download and Building pages for details on getting the source and building it. Alternative Bindings for the OGR API, in addition to the C++ API primarily addressed in the online documentation, there is also a slightly less complete C API implemented on top of the C++ API, and access available from Python.

The C API is primarily intended to provide a less fragile API since slight changes in the C++ API (such as const correctness changes) can cause changes in method and class signatures that prevent use of new DLLs with older clients. The C API is also generally easy to call from other languages which allow call out to DLLs functions, such as Visual Basic, or Delphi. The API can be explored in the `ogr_api.h` include file. The `gdal/ogr/ogr_capi_test.c` is a small sample program demonstrating use of the C API.

The Python API isn't really well documented at this time, but parallels the C/C++ APIs. The interface classes can be browsed in the `pymod/ogr.py` (simple features) and `pymod/osr.py` (coordinate systems) python modules. The `pymod/samples/assemblepoly.py` sample script is one demonstration of using the python API. With the support of SoftMap and Safe Software an OLE DB provider on top of OGR has been implemented, attempting to adhere to the OpenGIS Simple Features for COM specification to the extent possible. This implementation is not certified as compliant with the OpenGIS specification.

While OGR can be used via the OLE DB interface, it can also just be called directly as a C++ library. OGR attempts to provide an OpenGIS Simple Features inspired terminology and view of datasets even when used in this fashion. Note that there is no OpenGIS specification for a C or C++ interface.

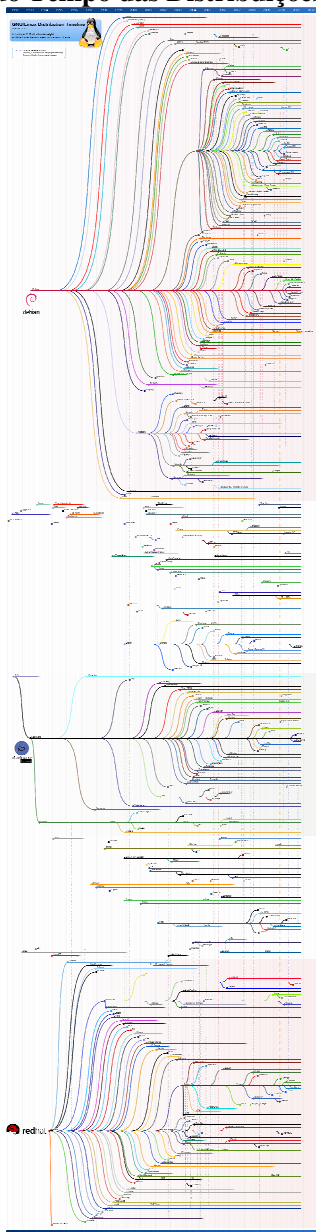
OGR stands for "OGR"... its meaning is irrelevant today. The original name for the lib was "OpenGIS Simple Features Reference Implementation" and that's where OGR comes from. However, since OGR is not fully compliant with the Simple Feature specification and is not approved as a reference implementation of the spec the name was changed to "OGR Simple Features Library" ... and the only meaning of OGR in this name is historical. "OGR" is also the

prefix used everywhere in the source of the library for class names, filenames, etc. OGR Vector Formats:

Format Name	Creation	Georeferencing
Arc/Info Binary Coverage	No	Yes
Comma Separated Value (.csv)	Yes	No
DODS/OPeNDAP	No	Yes
DWG	Yes	No
DXF	Yes	No
ESRI Personal GeoDatabase	No	Yes
ESRI ArcSDE	No	Yes
ESRI Shapefile	Yes	Yes
FMEObjects Gateway	No	Yes
GML	Yes	Yes
GMT	Yes	Yes
GRASS	No	Yes
INTERLIS	No	Yes
KML	Yes	No
Mapinfo File	Yes	Yes
Microstation DGN	Yes	No
Memory	Yes	Yes
MySQL	No	No
OGDI Vectors	No	Yes
ODBC	No	Yes
Oracle Spatial	Yes	Yes
PostgreSQL	Yes	Yes
S-57 (ENC)	No	Yes
SDTS	No	Yes
SQLite	Yes	No
UK .NTF	No	Yes
U.S. Census TIGER/Line	No	Yes
VRT - Virtual Datasource	No	Yes
Informix DataBlade	Yes	Yes

Commands: `gdal_contour`, `gdal_grid`, `gdal_rasterize`, `gdal_translate`, `gdaladdo`, `gdalbuildvrt`, `gdalenhance`, `gdalinfo`, `gdalmanage`, `gdaltindex`, `gdaltransform`, `gdalwarp`, `nearblack`, `ogr2ogr`, `ogrinfo`, `ogrindex` and `testpsg`.

ANEXO K – Linha do Tempo das Distribuições GNU/Linux



Árvore com a Linha do Tempo (nov.2011) das distribuições GNU/Linux.
Fonte: <http://futurist.se/gldt/#downloa> – Acesso em: 19 nov. 2011.

ANEXO L – Popularidade das Linguagens de Programação

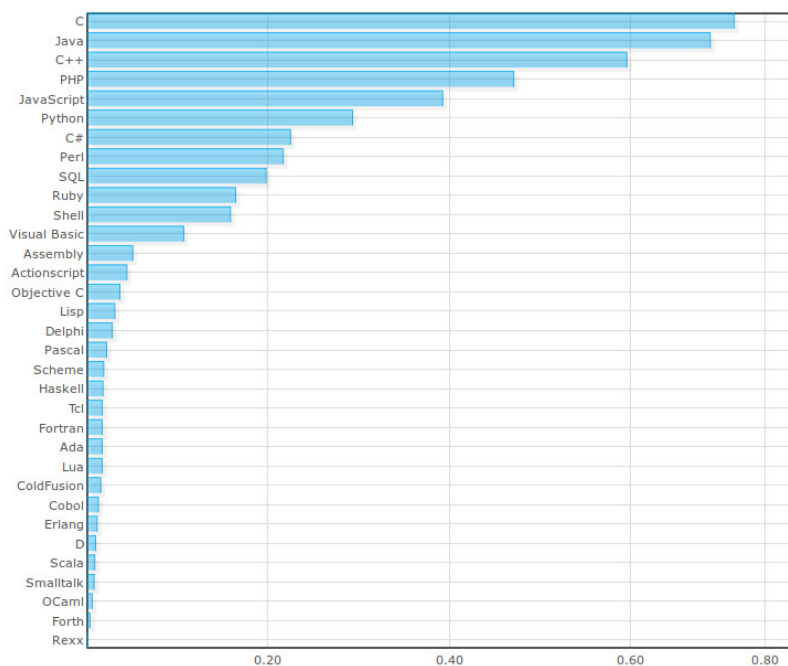


Gráfico combina o resultado de várias fontes de dados.

Fonte: <http://www.LangPop.com> - Acesso em: 19 nov. 2011.

Lista das Linguagens de Programação Popularizadas

1.Actionscript	2.Ada	3.Assembly
4.C	5.C#	6.C++
7.Cobol	8.ColdFusion	9.D
10.Delphi	11.Erlang	12.Forth
13.Fortran	14.Haskell	15.Java
16.JavaScript	17.Lisp	18.Lua
19.Objective C	20.OCaml	21.PHP
22.Pascal	23.Perm	24.Python
25.Rexx	26.Ruby	27.Scala
28.SQL	29.Scheme	30.Shell
31.Smalltalk	32.Tcl	33.Visual Basic