



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Instituto de Geografia

Programa de Pós-Graduação: Mestrado em Geografia

Daniel Gleidson Mancebo de Araujo

**Avaliação da Interoperabilidade entre
Sistemas de Informação Geográfica: uma etapa para
o Planejamento.**

Rio de Janeiro

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Daniel Gleidson Mancebo de Araujo

**Avaliação da Interoperabilidade entre
Sistemas de Informação Geográfica: uma etapa para
o Planejamento.**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Gestão e Estruturação do Espaço Geográfico.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Sônia Vidal Gomes da Gama

Rio de Janeiro

2008

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CTC/C

A663	<p>Araujo, Daniel Gleidson Mancebo de. Avaliação da interoperabilidade entre sistemas de informação geográfica : uma etapa para o planejamento / Daniel Gleidson Mancebo de Araujo.- 2008. 185 f. : il. , mapas</p> <p>Orientador : Sônia Vidal Gomes da Gama Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Geografia.</p> <p>1. Política ambiental - Teses. 2. Gestão ambiental - Teses. 3. Sistemas de informação geográfica - Teses. I. Gama, Sônia Vidal Gomes da. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Geografia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 504.06</p>
------	--

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese.

Assinatura

Data

Daniel Gleidson Mancebo de Araujo

**Avaliação da Interoperabilidade entre
Sistemas de Informação Geográfica: uma etapa para o
Planejamento.**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Gestão e Estruturação do Espaço Geográfico.

Aprovado em _____

Banca Examinadora _____

Profa. Dra. Sonia Vidal Gomes da Gama (Orientadora)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Hindenburgo Francisco Pires
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Profa. Dra. Liane Maria Azevedo Dornelles
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Profa. Dra. Cacilda Nascimento de Carvalho
Universidade Federal Fluminense

Rio de Janeiro
2008

**Aos que amo, em especial, meu Tio Umberto (*in memoriam*) e
minha mãe, grandes exemplos de vida.**

AGRADECIMENTOS

Finalmente, após diversos momentos de apreensão, dificuldades, tensão, alegria, esperança, chegou o momento de agradecer. Primeiramente, agradeço a Deus, já que sem Ele não conseguiria. Percebo-o intensamente em minha vida dando-me forças e me mostrando uma “luz no fim do túnel” quando meu caminhar torna-se árduo e meus objetivos parecem inatingíveis ou impossíveis... Agradeço a Ele, pelas oportunidades, pelo aprendizado, pelo crescimento pessoal e profissional.

Também agradeço pelo apoio incondicional de pessoas que foram fundamentais em minha caminhada...

À minha mãe pela força de vida e personalidade que me amparam já no olhar, pelo aprendizado constante, pela experiência de vida tão fascinante, pela vontade de abraçar e alcançar o mundo que absorvi, pelas reflexões e definições sobre quais caminhos devo trilhar;

À minha noiva, Fabi, pela força, pelas dificuldades diárias enfrentadas juntos, pela compreensão, pelo amor incondicional, pela alegria irradiante que me iluminou em minhas recaídas, pela compreensão de minha ausência em inúmeros momentos.

À minha família, em especial, Tia Helena e Marlizinha, mães de coração, que me fazem rir naqueles momentos de desespero ou tensão do dia-a-dia. Fazem-me ver que a vida é tão simples, nós que a complicamos.

À Sônia, minha orientadora, pela ajuda de sempre, paciência, tranquilidade e, principalmente, amizade. Sem sua compreensão seria muito mais árduo meu caminho. Aprendo muito com você!

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, em especial aos professores Hindenburgo, Liane e João Rua, pelo apoio durante o curso, pela discussão das idéias ainda incipientes e pelas sugestões levantadas;

À professora Cacilda, por ter aceitado participar da banca e pelas contribuições que muito colaborarão para o aprimoramento deste e de outros trabalhos futuros;

Ao meu gerente da API.E, Luiz Octávio, por acreditar em mim e me dar abertura para a inscrição no programa, por me possibilitar cumprir os créditos e pelo incentivo constante para a conclusão desta outra etapa em minha vida;

A Furnas, pela disponibilização da infra-estrutura de hardware e software utilizada no trabalho e, em especial, ao DRN.O, Departamento de Produção Nova Iguaçu, por ter cedido os dados do Programa de Reflorestamento para fins acadêmicos.

Aos colegas da API.E, em Furnas, que em muito me ajudaram a dar andamento ao trabalho numa seara cada vez mais interdisciplinar como o geoprocessamento, em especial, Demétrius, Clarice, Rodrigo, Venícios e Paola;e

Aos meus amigos de sempre pelo apoio, em especial, de minha mana, Fernanda, da galera da faculdade, Davi, Leandro, Vivi, Dani, Arinaldo, Edison, Elisete, Nil, Paulo e Rafaela, dos amigos do PVS, dos camaradas do Mestrado, e dos amigos de longa data, Jana, Bruno, Jonattan e Danielle; e, de todos que participaram direta ou indiretamente desta caminhada, inclusive, meus amados cães.

A vida, no que tem de melhor, é um processo que flui, que se altera e onde nada está fixo.

Carl R. Rogers

ARAUJO, Daniel Gleidson Mancebo de Araujo. *Avaliação da Interoperabilidade entre Sistemas de Informação Geográfica: uma etapa para o Planejamento*. 2008. 185f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

RESUMO

A ação das corporações sobre o espaço tem tido nas geotecnologias uma importante ferramenta, tanto na gestão do território quanto para a análise ambiental. Tais demandas se exacerbam numa economia globalizada cujas transformações espaciais e ambientais são intensas. A informação espacial passou a ter grande valor para as organizações e o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) se difundiu, causando a expansão dos dados georreferenciados. Entretanto, os SIG evoluíram seguindo arquiteturas próprias e formatos específicos que, inicialmente, não eram compatíveis entre si. Os processos de conversão, necessários para o intercâmbio de dados, geram distorção, perdas de qualidade e indefinições sobre o georreferenciamento. Por isso, a interoperabilidade entre SIG é, atualmente, questão central na implementação e desenvolvimento de tais sistemas. A hipótese testada por este trabalho indica que, a partir desta interoperabilidade entre SIG e a consequente integração de dados, podem ser construídas análises menos segmentadas ao tornar processos e ações de setores com distintas responsabilidades mais articulados no âmbito da Empresa e resultar, sob a ótica do planejamento ambiental dos empreendimentos, um olhar diferenciado e menos superficial do espaço. Portanto, esta pesquisa tem por objetivo: avaliar de que forma a interoperabilidade entre plataformas SIG, que contém e manipulam dados geográficos, com arquiteturas e modelos conceituais distintos no mercado, pode subsidiar/possibilitar um planejamento/gestão ambiental mais eficaz de empreendimentos no âmbito de uma grande empresa. Para tanto, o recorte espacial escolhido é a Usina Hidroelétrica de Funil localizada nos municípios de Itatiaia e Resende no Rio de Janeiro onde foram utilizados os dados do Programa de Reflorestamento Ciliar, existente desde 1994. Após a implementação da interoperabilidade entre os SIG existentes, os dados do programa foram incorporados ao banco de dados corporativo da Empresa, ainda em construção, de forma integrada a outros dados existentes, de engenharia e de meio ambiente, e foram feitas análises sobre as consequências resultantes no planejamento e gestão ambiental do próprio empreendimento por Furnas. Como resultado efetivo deste trabalho foi possível estruturar a base de dados geográficos de forma interoperável e corporativa. Constatou-se que a integração de dados neste ambiente possibilitou uma articulação mais efetiva das ações entre os departamentos. Além disso, foram identificadas as lacunas para o avanço do planejamento e gestão. Furnas poderá futuramente planejar e gerir seus ativos de forma mais integrada, eficaz e multidisciplinar.

Palavras-chave: Planejamento Ambiental; Gestão Ambiental; Sistemas de Informação Geográfica; Geoprocessamento; Interoperabilidade; Integração.

ABSTRACT

The geoprocessing is an important tool in action from corporations on space, both for the management of territory and for environmental analysis. Such demands are exacerbated in a globalised economy whose spatial and environmental changes are intense. The spatial information had a great value for organizations and the use of Geographic Information Systems (GIS) is broadcast, causing the expansion of geo data. Meanwhile, the GIS were developed following specific architectures and formats owner that, initially, were not compatible. The conversion processes, necessary for exchanging data, generate distortion, loss of quality and unknowns on the Geoprocessing. Hence, the interoperability between GIS is currently the central issue in the implementation and development of these systems. The hypothesis tested by this work indicates that, from this interoperability between GIS and the consequent integration of data, analyses can be made less targeted by making processes and actions of different sectors more articulated within the company and result, from the perspective of environmental planning , A different look and less surface from space. Therefore, this research aims to: assess how the interoperability between platforms GIS, which contains and manipulate geographic data, with different architectures and conceptual models on the market, may subsidize a more effective environmental planning of businesses within a large company. To this end, the clipping space chosen is a Funil Hydropower located in the municipalities of Itatiaia and Resende in Rio de Janeiro, whose data of the Programme of Forestry Ciliar, existing since 1994, were used. After implementation of interoperability among existing GIS, data from the program were incorporated into the database business of the Company, still under construction, so integrated with other existing data, engineering and environment, and were made analyses of the consequences resulting in environmental planning and management of the enterprise by Furnas. As a result of this work was effective structure to the database space so interoperable and corporate. It appeared that the integration of data in this environment has allowed a more effective coordination of actions between the departments. Moreover, the gaps have been identified for the advancement of the environmental planning and management. Furnas could plan and manage their assets more efficiently, integrated and multidisciplinary.

Keywords: Environmental Planning, Environmental Management, Geographic Information Systems; Geoprocessing; Interoperability; Integration.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	19
1 As transformações espaciais	30
1.1 As diferenciações espaciais.....	30
1.1.1 A importância do espaço	30
1.1.2 A globalização	33
1.1.3 As redes empresariais pelo território	36
1.1.4 A informação	40
1.2 A demanda ambiental.....	44
1.2.1 O planejamento e a gestão ambiental	48
2 O geoprocessamento	53
2.1.1 A técnica	56
2.1.2 O geoprocessamento.....	58
2.1.3 SIG nas Corporações	65
2.1.3.1 As intensas transformações espaciais, as corporações e o SIG	66
2.1.3.2 Os benefícios do SIG para a corporação	69
2.1.4 A interoperabilidade	73
2.1.5 A padronização de dados geográficos	76
2.1.6 O geoprocessamento e a simplificação da realidade.....	77
3 Furnas Centrais Elétricas como objeto de análise.....	80
3.1 A Empresa	80
3.2 Estrutura Organizacional e de decisão	86
3.3 Demandas setoriais e estrutura dinâmica.....	91
3.4 O geoprocessamento na empresa.....	95
3.4.1 Identificação de Ambientes SIG	97
3.4.1.1 Ambiente Autodesk.....	97
3.4.1.1.1 Banco de dados AGDS	99
3.4.1.1.2 Camada Cliente	102
3.4.1.1.3 Arquitetura Geral do GISFURNAS.....	106
3.4.1.2 Ambiente ESRI	111
3.4.1.2.1 Banco de dados ArcSDE	112
3.4.1.2.2 Camada Cliente	113
3.4.1.2.3 Arquitetura Geral.....	115
3.4.1.3 Oracle.....	117
3.4.2 Evolução do(s) SIG	119
3.4.2.1 Autodesk	120
3.4.2.1.1 Primeira Ampliação.....	125
3.4.2.1.2 Segunda Ampliação e manutenções posteriores.....	130
3.4.2.2 ESRI.....	132
3.5 Interoperabilidade e Integração	134
3.6 Benefícios atingidos.....	141
3.7 Problemas encontrados	143
4 Estudo de Caso: Projeto Funil – Reflorestamento na Usina de Funil – Itatiaia (RJ).....	146
4.1 Histórico.....	146
4.2 O Projeto de Reflorestamento.....	149
4.2.1 Histórico UHE Funil.....	149
4.2.2 Estrutura	151

4.2.2.1	Ações de Viveiro e Campo	152
4.2.2.2	Registro das novas necessidades e Definição das Ações	154
4.2.3	Demandas	155
4.3	Integração	157
4.4	O Planejamento e a Gestão Ambiental	168
4.5	Furnas e o Planejamento/Gestão Ambiental	174
5	Conclusão.....	176
	Referências Bibliográficas	179

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figuras:

FIGURA 1 – PROPOSTA METODOLÓGICA	24
FIGURA 2 – CONSTRUÇÃO TEÓRICA DO TRABALHO.....	29
FIGURA 3 - RELAÇÕES INTERDISCIPLINARES ENTRE SIG E OUTRAS ÁREAS.....	61
FIGURA 4 - ORGANOGRAMA PRINCIPAL DE FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.	86
FIGURA 5 – DETALHE DOS NÍVEIS HIERÁRQUICOS SUBORDINADOS À DIRETORIA DE ENGENHARIA (DE).	87
FIGURA 6 – DETALHE DOS NÍVEIS HIERÁRQUICOS SUBORDINADOS À SUPERINTENDÊNCIA DE PLANEJAMENTO (SL.E).....	90
FIGURA 7 – ESQUEMA API.E.....	90
FIGURA 8 – GRANDES USUÁRIOS – API.E – GEOPROCESSAMENTO	93
FIGURA 9 – DEMANDAS SETORIAIS DA API.E.....	93
FIGURA 10 – COMPONENTES DA SOLUÇÃO AGDS	98
FIGURA 11 – BANCOS DE DADOS AGDS SOB ORACLE	100
FIGURA 12 – ARQUITETURA UTILIZADA POR SIG RELACIONAL	102
FIGURA 13 – ARQUITETURA AUTODESK MAPGUIDE	104
FIGURA 14 – APLICAÇÃO WEB GISFURNAS	105
FIGURA 15 – APLICAÇÃO WEB DE DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS	105
FIGURA 16- PORTAL GIS PARA EDIÇÃO DE DADOS ALFANUMÉRICOS EM AMBIENTE WEB	106
FIGURA 17- VISÃO GERAL DA ARQUITETURA DO SISTEMA	108
FIGURA 18- ARQUITETURA CLIENTE SERVIDOR.....	110
FIGURA 19 – ESQUEMA SIG INTEGRADO.....	112
FIGURA 20 - ARQUITETURA ESRI EM PRODUÇÃO DE FURNAS.....	115
FIGURA 21 - ARQUITETURA ESRI EM HOMOLOGAÇÃO DE FURNAS.	116
FIGURA 22 – SERVIDOR DE LICENÇAS ESRI.....	116
FIGURA 23 – ESTRUTURA BÁSICA DE COMUNICAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS DO SISTEMA.	123
FIGURA 24 – ASPECTO DA PÁGINA INICIAL DO GISFURNAS NO ANO DE 2001.....	124
FIGURA 25 – VISÃO GERAL DA ARQUITETURA APÓS CONCLUSÃO DA PRIMEIRA AMPLIAÇÃO	128
FIGURA 26 – ARQUITETURA DO GISFURNAS APÓS CONCLUSÃO DA PRIMEIRA AMPLIAÇÃO.....	129
FIGURA 27 – ARQUITETURA APÓS CONCLUSÃO DA SEGUNDA AMPLIAÇÃO	131
FIGURA 28 – AMBIENTE DE PRODUÇÃO ESRI EM SETEMBRO DE 2007	133
FIGURA 29 – AMBIENTE DE HOMOLOGAÇÃO ESRI EM SETEMBRO DE 2007	133
FIGURA 30 – AMBIENTE DE LICENÇAS ESRI EM SETEMBRO DE 2007	134
FIGURA 31 – FONTES DE DADOS ESTABELECIDAS PARA CONEXÃO COM DIFERENTES BASES DE DADOS, INCLUSIVE ORACLE SPATIAL.....	137
FIGURA 32 – DEFINIÇÃO DA FONTE DE DADOS ESPECÍFICA: <i>AUTODESK SPATIAL DATA PROVIDER FOR ORACLE</i>	

<i>SPATIAL</i>	138
FIGURA 33 – CONEXÃO COM O BANCO DE DADOS ORACLE DE PRODUÇÃO	138
FIGURA 34 – EXEMPLO DE TESTE EXECUTADO NO ARCVIEW COM DADOS ARMAZENADOS NO ORACLE DO AMBIENTE AUTODESK (TORRES DE TRANSMISSÃO) E ESRI (MUNICÍPIOS).....	140
FIGURA 35 – ESQUEMA DE INTEROPERABILIDADE IMPLEMENTADA.....	141
FIGURA 36– BARRAGEM DA UHE FUNIL EM FORMA DE ABÓBADA	147
FIGURA 37 – ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO PROJETO FUNIL	155
FIGURA 38 – MODELO DE DADOS SIMPLIFICADO DO PROGRAMA DE REFLORESTAMENTO DA UHE FUNIL	159
FIGURA 39 - RELACIONAMENTOS ENTRE ENTIDADES	159
FIGURA 40 – IMPORTAÇÃO DE DADOS DO RESERVATÓRIO E DA BACIA HIDROGRÁFICA DA UHE FUNIL ATRAVÉS DO ARCGIS DESKTOP.....	162
FIGURA 41 – CONFIGURAÇÃO NO SOFTWARE ARCVIEW PARA ESTABELECIMENTO DO PADRÃO OGC, ATRAVÉS DO PARÂMETRO SDO_GEOMETRY	162
FIGURA 42 – CONFIGURAÇÃO DAS CAMADAS DE INFORMAÇÃO (<i>LAYERS</i>) EM AMBIENTE AUTODESK MAPGUIDE PARA ACESSO AO BANCO ARCSDE (POLÍGONO DO RESERVATÓRIO).	163
FIGURA 43 – APLICAÇÃO GISFURNAS NA INTRANET DA EMPRESA COM DADOS ADVINDOS DE DIVERSAS FONTES.	164
FIGURA 44 – DADOS POLIGONAIS, LINEARES E PONTUAIS NATIVOS DE DIFERENTES AMBIENTES E SOBREPOSTOS EM AMBIENTE WEB.	165
FIGURA 45 – DETALHE DA USINA DE FUNIL, DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO (AUTODESK) E DOS DADOS DO PROGRAMA DE REFLORESTAMENTO (ORACLE SPATIAL) E CONTOURO DO RESERVATÓRIO (ESRI).....	166
FIGURA 46 – ESQUEMA ANTERIOR À IMPLEMENTAÇÃO DA INTEROPERABILIDADE E À INCORPORAÇÃO DOS DADOS DO PROGRAMA DE REFLORESTAMENTO AO BANCO DE DADOS CORPORATIVO DE FURNAS.	172
FIGURA 47 – ESQUEMA APÓS INCORPORAÇÃO DOS DADOS DO PROGRAMA DE REFLORESTAMENTO AO BANCO DE DADOS CORPORATIVO DE FURNAS.	173

Mapas:

MAPA 1– MAPA DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DOS EMPREENDIMENTOS DE FURNAS.....	81
MAPA 2– LOCALIZAÇÃO DA UHE FUNIL	147
MAPA 3 – CONTEXTO REGIONAL E BACIA HIDROGRÁFICA A MONTANTE DA UHE FUNIL.	148
MAPA 4 – MAPA DO PROGRAMA DE REFLORESTAMENTO GERADO EM AMBIENTE ARCGIS DESKTOP	167
MAPA 5 – CONTEXTO LOCAL – ATUAÇÃO DE FURNAS.....	170
MAPA 6 – CONTEXTO REGIONAL – ATUAÇÃO DE FURNAS.	171

Quadros:

QUADRO 1 - RESUMO DOS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DA UHE DE FUNIL.....	149
---	-----

LISTA DE SIGLAS

AGDS – Autodesk GIS Design Server

AGISDS – Autodesk GIS Design Server

ALA.E – Assessoria de Licenciamento Ambiental

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

API – Application Programming Interface ou Interface de Programação de Aplicativos

API.E – Assessoria de Planejamento da Informação

ArcIMS – Arc Internet Map Server

ArcSDE – Arc Spatial Database Engine

ARX – AutoCAD Runtime Extension

ASA.E – Assessoria de Suporte a Gestão Ambiental

Autodesk - Autodesk, Inc,

BLOB - Binary Large Object

CAC – Cartografia Assistida por Computador

CAD - Computer Aided Design

CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica integrada

CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DC – Diretoria de Construção

DE – diretoria de Engenharia

DEA.E – Departamento de Engenharia Ambiental

DEC.E – Departamento de Engenharia Civil

DF – Diretoria Financeira

DGM.E – Departamento de Estudos Gerenciais e de Mercado

DO – Diretoria de Operação do Sistema e Comercialização de Energia

DPI.E – Departamento de Patrimônio Imobiliário

DPL.E – Departamento de Planejamento da Geração

DPT.E – Departamento de Planejamento da Transmissão

DRN.O – Departamento de Produção de Nova Iguaçu

DWG – DraWinG

DXF – Drawing Exchange Format

EIA – Estudos de Impacto Ambiental

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ERP – Enterprise Resource Planning

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

FTP – File Transfer Protocol

GA.E – Superintendência de Gestão Ambiental

GIS – Geographic Information System

GISFURNAS- Sistema de Informações Geográficas de Furnas

GML – Geographic Markup Language

GNSS - Global Navigation Satellite Systems ou Sistema global de navegação por satélite

GUI – Graphical User Interface

HTML - HyperText Markup Language ou Linguagem de Marcação de Hipertexto

IIS – Internet Information Services

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

ISO – International Standards Organization

LBS – Location Based Services

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

LT – Linha de Transmissão

Mr SID - Multi-resolution Seamless Image Database

MW – Megawatt

NAC – Neutral Autodesk Cache

OGC – Open Geospatial Consortium

OpenGIS - OpenGIS Standards and Specifications

PS.O – Superintendência de Produção Sudeste

RIDAT - Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RINDAT - Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas

SAD69 – South American Datum 1969

SDF - Spatial Data Files

SE.E – Superintendência de Planejamento

SFS - Simple Feature Specification For SQL

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SGBDOR – Sistema Gerenciador de Banco de Dados Objeto-Relacional

SGDT – Sistema de Gerência de Documentos Técnicos

SHP – Shapefile

SIAM - Sistema de Informações para Administração da Manutenção

SIAO - Sistema de Apoio à Operação

SID - Seamless Image Database

SIF - Spatial Index Files

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná

SIN – Sistema Interligado Nacional

SIRGAS – Sistema Internacional de Referência Geocêntrico para as Américas

SISDAT – Sistema de Detecção de Descargas Atmosféricas

SL.E – Superintendência de Planejamento

SQL - Structed Query Language

UHE – Usina Hidrelétrica

USFL.O – Usina de Funil

VPF – Vector Product Format

WFS – Web Feature Service

WGS– World Geodetic System

WMS – Web Map Service

INTRODUÇÃO

O instrumento do Planejamento Ambiental, por fundamentar-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente e por ser relevante no estabelecimento de relação entre sistemas ecológicos e processos da sociedade (SANTOS, 2004), não pode prescindir de uma etapa crucial em seu processo de constituição: a integração de informações.

Isto posto, como ferramental técnico desta integração, o geoprocessamento apresenta-se incisivamente propiciando uma análise com integridade, eficiência e rapidez (ARONOFF, 1989; BONHAM-CARTER, 1994; CÂMARA *et al*, 2006).

Desde os anos 80, a crescente informatização da sociedade gerou o crescimento rápido da conversão dos métodos de trabalho analógicos para os digitais. Uma melhor organização, acesso e manipulação dos dados de empresas e instituições passou a ser vital para as estratégias de negócios e para a melhoria de processos a fim de proporcionar maior competitividade. Diferentes metodologias e estruturas tecnológicas são criadas para armazená-los em meio digital. Ao mesmo tempo o conteúdo informacional presente em cada produto representando a sua densidade técnica, torna-se um dos principais elementos de sua valorização (SANTOS, 1996).

Seja armazenada em bancos de dados ou contida em formatos proprietários ou livres de *softwares*, a informação passou a ter suma importância para as organizações, assim como a informática, que permite rentabilizar ao máximo o tempo, pelo domínio do sincronismo e dos prazos (CHESNEAUX, 1996).

Com a grande popularização das estações de trabalho gráficas e o surgimento dos computadores pessoais, ainda nos anos 80, o uso de técnicas que manipulam informações espacialmente referenciadas difundiu-se causando a expansão dos dados georreferenciados e, conseqüentemente, do geoprocessamento. O crescimento em importância do caráter espacial da informação mostrou-se relevante para dar subsídios à tomada de decisão e à melhoria de

processos internos às corporações, disseminando a cultura do geoprocessamento nas empresas, em instituições governamentais e instituições de pesquisa e ensino.

Os *softwares* de SIG, acompanhando este mercado, evoluíram e destacaram-se uns dos outros ao possuir arquiteturas diferentes e formatos proprietários. Entretanto, a falta de modelos conceituais comuns acarreta problemas na troca de dados entre e dentro das organizações que, por vezes, utilizam SIG distintos que atendem a demandas específicas. Dentre os problemas, Câmara, Casanova, Davis et al. (2005) incluem a distorção de dados, as perdas de qualidade da informação e de definições sobre o georreferenciamento.

A integração, conseqüentemente, torna-se fundamental a fim de melhorar os processos dentro de uma empresa e dar subsídio a decisões mais rápidas (CÂMARA, CASANOVA, DAVIS et al., 2005). Por sua vez, as aplicações precisam ser capazes de localizar, interpretar e processar dados de diversas fontes. Mais do que a simples conversão de dados torna-se um desafio para o meio empresarial alcançar a interoperabilidade, ou seja, haver a integração transparente entre os sistemas de informação.

Este crescimento das geotecnologias na última década e o surgimento de uma variedade de *softwares* proprietários com formato e natureza distintas, podem resultar em um reducionismo na análise espacial, pois ambientes SIG estanques e grupos de especialistas específicos segmentados em seus setores não contemplam os benefícios de análises com inúmeras variáveis e múltiplos especialistas. A compreensão da grande complexidade do espaço geográfico é diminuída. A integração de ações e, através da interoperabilidade¹, de dados geográficos armazenados e manipulados em ambientes SIG distintos, podem resultar em tomadas de decisão mais eficazes e compatíveis com esta complexidade.

¹ Habilidade de dois ou mais sistemas ou componentes de trocar informação e usar a informação que foi trocada. (IEEE,2004 apud CANDEIAS, MELO JUNIOR 2005). Para Vckovski apud Davis (2006) o conceito usual de interoperabilidade refere-se à qualidade inerente a vários sistemas autônomos que permite que os mesmos operem em colaboração, reunindo esforços e capacidades.

O principal problema identificado por esta pesquisa e seu norteador é: o planejamento e a gestão ambiental tornam-se mais eficazes a partir da integração de dados, ou seja, da interoperabilidade?

A implementação da interoperabilidade irá aperfeiçoar as ações do planejamento e gestão ambiental com maior eficiência e eficácia numa empresa. Esta é a hipótese fundamental que norteará o trabalho.

Da mesma forma que o avanço tecnológico pode proporcionar maior integração de ações e informações, subsidiando análises mais eficazes, é notório que as geotecnologias podem ser utilizadas para reproduzir determinadas visões acerca de uma realidade e se mostrar direcionadas por algum ator social que as utilize. A metodologia e o fundamento científico são essenciais neste contexto, já que a técnica pela técnica pode não auferir os resultados desejados. É necessário extrapolar os limites impostos pela tecnologia no entendimento da realidade, inclusive para manter um olhar que transcenda a natureza-forma das informações.

Na visão de Roberts e Schein (1995 apud MATIAS, 2003, p.8),

SIG e sistemas aliados são *representações do espaço* embutidas culturalmente - eles são modos de ver produzidos socialmente. São tecnologias geográficas como modos de ver também embutidas materialmente nas *práticas espaciais* de uma economia política particular do capitalismo recente.

Portanto, há uma tendência de construção de uma infra-estrutura voltada para aquisição, processamento e análise de informações sobre o espaço geográfico, que busca racionalizar ou simplificar o processo de tomada de decisão a partir das geotecnologias (MATIAS, 2004). Entretanto, é necessário não se ater, somente, à técnica para que não seja percebida exclusivamente a paisagem, já que esta apresenta apenas a materialidade visível e não contém a constante dinâmica presente no espaço (SOUZA, 2003). A contribuição da ciência geográfica é ir além desta materialidade e alcançar as relações espaciais, os fluxos, as interações que são os reflexos do meio social no espaço geográfico. Segundo Carlos (1996)

apud Matias (2004, p.2):

O caminho da construção do pensamento geográfico se encontra na possibilidade de elaboração de um pensamento crítico que permita pensar o seu papel no desvendamento do mundo moderno, a partir do momento em que não se reduza deliberadamente a um conjunto de temas.

Esta pesquisa tem como objetivo principal avaliar de que forma a interoperabilidade entre plataformas² SIG, que contém e manipulam dados geográficos, com arquiteturas e modelos conceituais distintos, pode subsidiar/possibilitar um planejamento/gestão ambiental mais eficaz de empreendimentos, no âmbito de uma grande empresa.

A partir desta interoperabilidade entre SIG, o pensar sobre o espaço geográfico pode resultar em uma integração não somente de dados como também de processos e ações, sob a ótica do planejamento ambiental, ora balizado por esta integração e este novo olhar do espaço, mais complexo, mais denso e, conseqüentemente, um pouco mais adequado à realidade.

A ação das corporações sobre o espaço tem tido nas geotecnologias uma importante ferramenta, tanto para a gestão do território quanto para a análise ambiental. Tais demandas exacerbam-se numa economia globalizada, cujas transformações espaciais e ambientais, são intensas. Portanto, já há algum tempo empresas de maior porte vêm corporativamente aderindo ao desenvolvimento de Sistemas de Informações Geográficas.

Nas grandes empresas, atualmente, com seus ambientes complexos e com focos de análise do espaço geográfico distintos, é comum conviverem vários SIG cada qual relacionado a projetos, dados e informações específicos armazenados em seus formatos proprietários, e bancos de dados com arquiteturas e metodologias de armazenamento próprias. Vislumbra-se um grande desafio: como usufruir o melhor de cada plataforma, mas ao mesmo tempo conseguir uma grande interoperabilidade entre os sistemas, mantendo um banco de dados único com informações confiáveis e que possam ser utilizadas por todos?

² Entende-se por plataforma um conjunto de softwares que compõem uma solução complexa de SIG tendo diversas interfaces (WEB, aplicativos customizados e softwares de análise) e camadas (servidora e cliente)

Dentre os objetivos específicos desta pesquisa propõe-se:

- ✓ Analisar os Sistemas de Informação Geográfica, sob a ótica geográfica, em uma corporação;
- ✓ Implementar a interoperabilidade entre os SIG escolhidos;
- ✓ Espacializar e cruzar os dados;
- ✓ Identificar e avaliar os benefícios e as dificuldades encontrados internamente, sob a ótica do planejamento ambiental;
- ✓ Discutir as consequências para a gestão ambiental e o planejamento ambiental do projeto/empreendimento escolhido;

Dentre as contribuições metodológicas para esta pesquisa podem ser destacados os trabalhos de Xavier-da-Silva (1992), Ferrari (1997), Christofolletti (1999) e Moura (2003) no âmbito do geoprocessamento e na sua utilização para a análise ambiental. No que tange o planejamento ambiental destaca-se Santos (2004) que indica e discute as etapas necessárias durante a construção do planejamento e da gestão (Figura 1).

Metodologicamente, a interpretação de um conjunto de informações referenciadas ao espaço exige uma definição da unidade espacial de trabalho. Tal definição é uma tarefa bastante complexa e a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação universal (SANTOS, 2004).

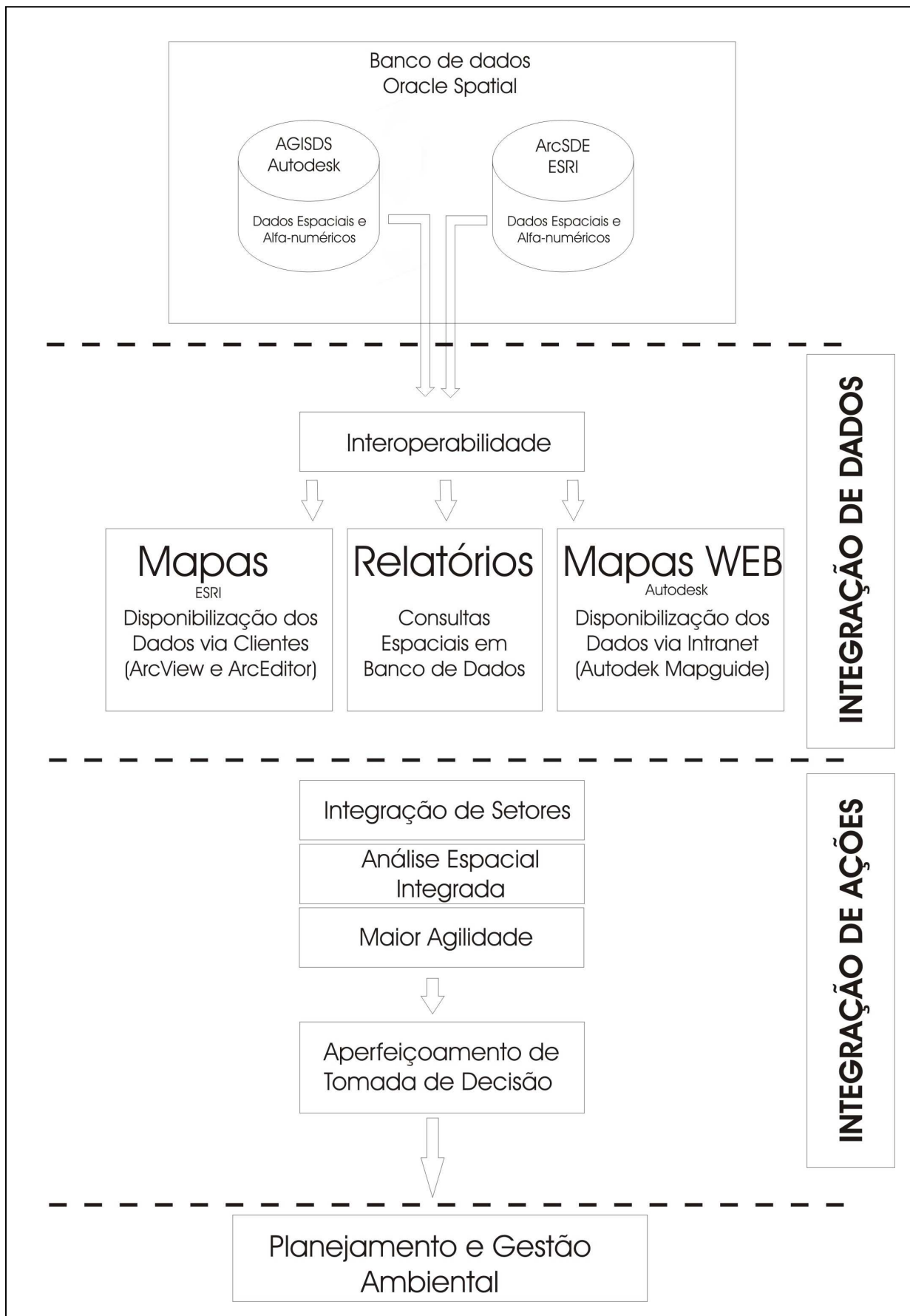


Figura 1 – Proposta Metodológica

Para operacionalização da pesquisa e alcance dos objetivos previamente definidos foram adotadas basicamente três etapas:

1ª Etapa - Levantamento e sistematização de bibliografia:

- ✓ Fundamentação do planejamento e da gestão ambiental como instrumentos efetivos para mitigação dos problemas ambientais e conflitos de uso no espaço;
- ✓ Levantamento da atual conjuntura da incorporação das tecnologias de geoprocessamento às empresas, especificando as atuais demandas³ espaciais;
- ✓ Análise do desenvolvimento dos SIG e sua incorporação às empresas;
- ✓ Discussão do conceito de interoperabilidade entre softwares de geoprocessamento que está pautado no aprimoramento da padronização de dados geográficos;
- ✓ Construção do elo entre a interoperabilidade e integração de dados que dão subsídios ao planejamento ambiental.

2ª Etapa – Implementação da interoperabilidade:

- ✓ Entendimento do funcionamento da empresa de forma simplificada e objetiva, no que se refere à implantação de um SIG e ao atendimento às necessidades setoriais;
- ✓ Resgate do histórico dos Sistemas de Informações Geográficas em Furnas Centrais Elétricas S.A.;
- ✓ Identificação dos benefícios e problemas encontrados na construção dos SIG;
- ✓ Definição dos empreendimentos a serem analisados para a construção dos estudos de caso;
- ✓ Definição dos dados e temáticas relevantes para o projeto ambiental, vinculado ao empreendimento, a serem integrados;

³ As demandas espaciais traduzem-se em grandes transformações no espaço geográfico, incluindo problemas ambientais que compelem às empresas, para melhor gerir seu negócio e seu território, à utilização de geotecnologias de forma a diminuir custos, compreender mais facilmente o espaço e competir agressivamente por mercados.

- ✓ Seleção das plataformas SIG apropriadas para a implementação da interoperabilidade a partir dos estudos de caso já definidos;
- ✓ Implementação da interoperabilidade;
- ✓ Espacialização e cruzamento dos dados geográficos nos diferentes softwares de geoprocessamento;

3ª Etapa – Avaliação da implementação da integração para o planejamento e a gestão dos empreendimentos:

- ✓ Identificação de benefícios e dificuldades especialmente no que se refere à gestão ambiental dos projetos;
- ✓ Avaliação de perspectivas sobre o planejamento ambiental dos empreendimentos após a implantação da interoperabilidade
- ✓ Análise de perspectivas futuras para a maior integração de ações e processos dentro da empresa, sob a ótica do planejamento.

O objeto de estudo é a empresa Furnas Centrais Elétricas que vem utilizando, com sucesso, Sistemas de Informação Geográfica. Após oito anos de projetos em SIG, a empresa possui demandas, avanços e problemas que são os fatores motivadores dessa pesquisa.

Após a análise dos SIG existentes na empresa, foram selecionados dois (fabricantes Autodesk e ESRI) tendo como foco a implantação da interoperabilidade entre os mesmos de forma a atender ao estudo de caso definido: o Projeto de Reflorestamento da Usina de Funil.

O estudo de caso foi selecionado a fim de que, após a implementação da interoperabilidade, pudéssemos avaliar quais foram os avanços e dificuldades resultantes no que tange ao planejamento e gestão ambiental destes empreendimentos de propriedade de Furnas.

A partir da incorporação dos dados do Projeto de Reflorestamento ao banco de dados geográfico corporativo da empresa e sua associação com os dados ambientais e de engenharia inseridos em outros segmentos deste repositório, analisou-se de que forma tal integração pode aperfeiçoar o processo de planejamento e gestão ambiental no caso específico do Reservatório de Funil.

A discussão aqui engendrada não se limita ao mero enfoque tecnológico e vai além, tentando correlacionar o aperfeiçoamento dos processos de gestão e planejamento ambiental no cerne empresarial com os avanços tecnológicos inerentes ao aprimoramento das técnicas de geoprocessamento, em particular o SIG.

Há de se destacar que, na acepção original do termo, proveniente do jargão da informática, tal interoperabilidade deve estar implementada não somente em relação aos softwares, mas também alcançar outros aspectos de um sistema de informação como: *peopleware*⁴ e hardware.

É neste óbice que será feita a interface planejamento e interoperabilidade principalmente no que cabe à integração de ações entre técnicos de diferentes setores da empresa e que se mostra fundamental para a efetiva ação sobre o espaço no que tange ao componente ambiental.

No Capítulo 1, discutir-se-á, para se obter o balizamento teórico-metodológico, o papel atual da expansão capitalista e sua influência sobre o espaço geográfico, que imprime significativas transformações espaciais e ambientais. Consequentemente, para atender a estas demandas há a necessidade de utilizar as geotecnologias para a gestão do território, posicionando as empresas de forma mais competitiva a partir de um aprimorado

4 Peopleware define-se por grupos de recursos humanos em Informática que divide-se em: pessoal de processamento de dados (analistas e programadores) e usuários finais. Meirelles (1994) apud Meneguette (2002) observa que com o passar do tempo, a distância entre os dois grupos tem se reduzido com o constante e crescente envolvimento do usuário no desenvolvimento, operação e responsabilidade pelos sistemas.

conhecimento do espaço e da tomada de decisão com maior eficácia. A construção desta discussão é relevante na ótica geográfica, pois nos alça a outras escalas onde ocorrem processos interligados a atual conjuntura local e regional e que influenciam vários aspectos da realidade inclusive o geoprocessamento.

No Capítulo 2 será apresentada a relação entre a técnica e a geografia que é cada vez mais intensa, a partir da utilização do geoprocessamento que amplia os horizontes das análises geográficas e do suporte à tomada de decisões por parte dos geógrafos e das empresas. Apresentar-se-á a importância do SIG no meio corporativo como um ferramental necessário para balizar ações sobre o espaço e para a territorialização da empresa, cujo contexto é de acirrada disputa econômica onde o conhecimento sobre o espaço é importante para diminuir custos e ganhar mercado (Figura 2).

O Capítulo 3 apresenta o objeto de estudo da pesquisa. Inicialmente é construída a história de Furnas Centrais Elétricas, em suas passagens mais importantes em 50 anos de existência e no que se refere à incorporação da componente ambiental na Empresa. Também é analisada brevemente sua estrutura organizacional, em especial, no âmbito da Diretoria de Engenharia, e as demandas setoriais no que tange ao geoprocessamento e ao meio ambiente. É traçado um histórico dos SIG existentes, sendo identificada a atual estrutura de softwares e bancos de dados geográficos e caracterizando seu atual papel na corporação. São discutidos os benefícios e problemas encontrados durante a execução das configurações necessárias à criação do ambiente interoperável entre os ambientes SIG existentes.

O Capítulo 4 fundamenta-se na avaliação do processo de inserção do estudo de caso ao banco de dados corporativo e suas conseqüências no que tange ao aprimoramento dos processos de gestão e planejamento ambiental do empreendimento. E, para finalização do trabalho, o Capítulo 5 trata das conclusões.

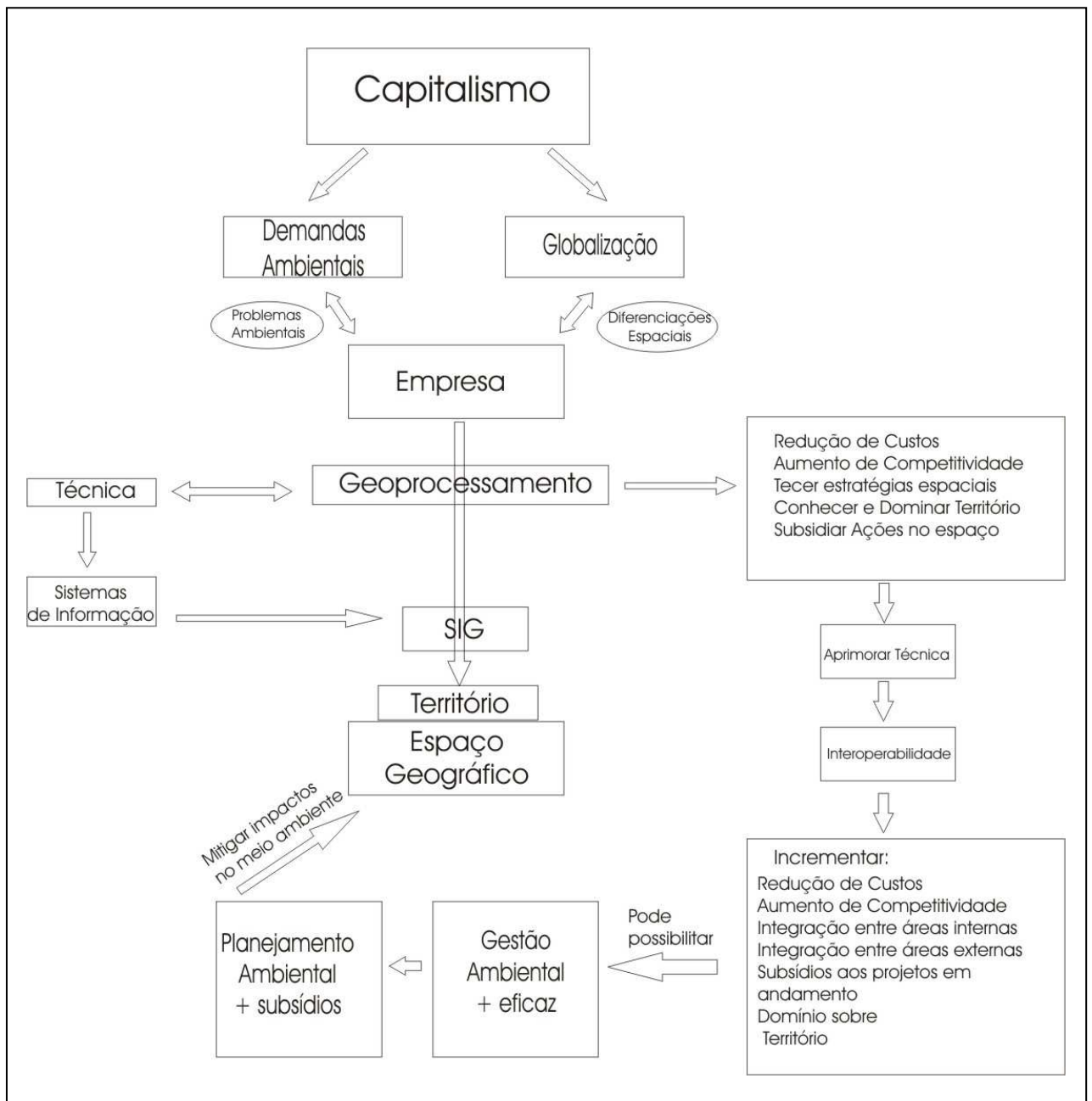


Figura 2 – Construção Teórica do trabalho

1.1 As diferenciações espaciais

1.1.1 A importância do espaço

A análise do mundo em qualquer escala particular mostra grandes efeitos e processos que geram diferenças geográficas tanto nos modos e padrões de vida quanto nos usos dos recursos, nas relações com o ambiente e nas formas políticas e culturais (HARVEY, 2004, p. 110).

Segundo Harvey (2004), a longa geografia histórica da ocupação humana da superfície terrestre e a evolução de formas sociais implantadas em lugares com características particulares, têm gerado um mosaico geográfico de ambientes e modos de vida sócio-ecológicos.

Tal mosaico é uma criação de múltiplas atividades humanas, aprofundadas pelo tempo. As diferenças geográficas que o constroem são perpetuamente reproduzidas e sustentadas por processos político-econômicos que ocorrem no momento presente. Os processos de diferenciação são tão ecológicos e sociais quanto puramente econômicos (HARVEY, 2004, p. 111).

Percebendo o viés econômico, inicialmente, assume-se que o modo de produção dominante, o capitalismo, não pode prescindir de seus ajustes espaciais como solução para momentos de crise e impasse típicos do mesmo (SOJA, 1983; HARVEY, 2004). Com isso, ele constrói e reconstrói uma geografia à sua própria imagem e semelhança.

Henri Lefebvre, pioneiro no resgate do papel desempenhado pelo espaço na vida material humana, afirma que a própria sobrevivência do capitalismo “estava baseada na criação de uma espacialidade⁵ cada vez mais abrangente, instrumental e também socialmente

⁵ Termo utilizado por Edward Soja para especificar o espaço socialmente produzido

mistificada, escondida da visão crítica sob véus espessos de ilusão e ideologia.” (SOJA, 1993, p. 65)

Segundo Lefebvre (1976) apud Soja (1993, p. 57):

A dialética está novamente em pauta. Mas já não se trata da dialética de Marx, tal como a de Marx não era mais a de Hegel (...). A dialética de hoje já não se apegua à historicidade e ao tempo histórico, ou a um mecanismo temporal como “tese-antítese-síntese” ou “afirmação-negação-negação da negação” (...). Reconhecer o espaço, reconhecer o que “está acontecendo” ali e para que é usado, é retomar a dialética; a análise revelará as contradições do espaço.

A estrutura do espaço organizado não possui leis autônomas de construção e transformação, assim como não é simplesmente a expressão das relações sociais de produção. Representa relações que são simultaneamente sociais e espaciais e que compõem o modo de produção e, além disso, são dialeticamente inseparáveis. (SOJA, 1993)

Fornecendo grande contribuição à ciência geográfica, Lefebvre observa que o capitalismo sobrevive pela produção de seu espaço e sua espacialidade é a expressão material das relações sociais que apresenta, sendo diferenciada e desigualmente desenvolvida, reflexo e condicionante das relações de produção capitalista e da divisão do trabalho.

Souza (1997, p. 30) acrescenta que o reconhecimento do efeito do espaço não apenas como produto das relações sociais, mas também como seu condicionador, deve englobar a “dimensão intersubjetiva” espacial, através de imagens e representações espaciais, não se atendo somente a “objetividade material”. Além disso, ressalta a negligência com relação à discussão da degradação ambiental. Neste caso, trabalhos posteriores, como o de Harvey (2004) indicam em vários momentos esta crise ecológica cada vez mais latente.

Para Smith (1988) a desigualdade espacial não tem sentido algum, exceto como parte do todo que é o desenvolvimento contraditório do capitalismo.

Na verdade, a ação desigualizadora do capital, possui variadas frentes (cultural, social, econômica) que culmina com a manifestação de um espaço geográfico bastante desigual e imbuído de diversas contradições e conflitos.

Podemos destacar, neste íterim, importantes contribuições de Harvey (1990, 1996, 2004), Soja (1983, 1993) e Smith (1988) que avançam a discussão nesta linha apresentando as tendências contemporâneas do capital, focando na espacialidade, em sua busca incessante de espaços: igualizando-os e desigualizando-os simultaneamente.

Através de tendências simultâneas para a homogeneização, a fragmentação e a hierarquização, um desenvolvimento geográfico desigual é produzido e estimulado pelo capitalismo de forma peculiar e muitas vezes escondido pelo véu espacial que deveria ser analítica e dialeticamente “revelado”, para nos permitir enxergar através dele. (SOJA, 1993)

Segundo Smith (1988) a relação entre igualização e diferenciação de lugares é uma, das diversas contradições capitalistas, que são inerentes ao próprio sistema. Esta natureza dialética mostra-se de forma bastante instigante.

A tendência à igualização observa-se mais claramente no mercado mundial e no processo de circulação. Contudo, o que é realizado na circulação advém da produção, o que apresenta a tendência de igualização. Entretanto, à medida que são incorporados ao sistema capitalista novas regiões e, conseqüentemente, novos valores, formas e funções espaciais, o capital, cria desigualdades já que privilegia áreas em detrimento de outras. Ao mesmo tempo assimila estes espaços à sua lógica de reprodução e acumulação de capital, e os homogeneiza. (SMITH, 1988)

Isto posto, é notável segundo Lipietz (1980) apud Soja (1983) a existência de um conflito potencial entre o espaço herdado, historicamente constituído na articulação estabelecida dos modos de produção, e um espaço projetado emergindo da crise e da necessidade de reestruturar a espacialidade. Ou seja, o espaço está em constante reestruturação e convivem formas pretéritas e recentes. Também encontra-se em Harvey (2004) esta luta constante onde o capital fixo é confrontado com a necessidade de destruir, em um momento particular de crise, a paisagem construída para sua reprodução posterior em

outras bases. Segundo ele (2004, p. 85), há a tendência de destruição violenta ainda que “criativa”.

É visível o imperativo de reprodução do capital que se reflete numa maior mobilidade do mesmo e em sua tendência a eliminar barreiras espaciais possibilitando sua rápida circulação. Para Harvey (1990) as perspectivas de maiores lucros atraem os capitalistas a explorar em todas as direções.

No espaço, conseqüentemente, passam a existir sucessões de espacialidades estruturadas sistematicamente, em periodizações temporais distintas, como um desenvolvimento geograficamente desigual, objetivando com isso uma reprodução ampliada do capital (SOJA, 1983, p. 54).

A mediação do Estado, da sociedade civil, e, inclusive, da própria configuração territorial herdada, são fundamentais para explicar as diferenças do impacto deste modo de produção sobre diversos países e regiões. Sua difusão generalizada e sua presença tão profunda e eficaz em grande parte da terra, nunca fora sentido, em nenhuma outra época (SANTOS, 1999).

Denominada por Verhelst (1992) de “lógica matriz e motriz” a expansão deste modo de produção criou uma aparente homogeneidade e que hoje é retratada pela expansão da globalização em nível mundial.

1.1.2 A globalização

A partir das novas técnicas e métodos pós Terceira Revolução Industrial, num contexto de acumulação flexível, a mobilidade e a difusão tecnológica dão subsídio à incorporação de alguns espaços em nível mundial de forma mais intensa, enquanto outros ficam a margem do capital, seja em uma escala global, regional e local. Estas diferenças apresentam um espaço com usos conflitantes e neste contexto, o crescimento tecnológico

possibilita a expansão capitalista e a reprodução agressiva do capital, aumentando intensamente as diferenciações espaciais.

Segundo Ianni (1993, p.60):

“A necessidade de mercados cada vez mais extensos para seus produtos impele a burguesia para todo o globo terrestre. Ela deve estabelecer-se em toda a parte, instalar-se em toda a parte, criar vínculos em toda a parte”

Ao final da década de 70 ficou proeminente a estratégia espacial do capital através, por exemplo, da aceleração da mobilidade do mesmo, nos deslocamentos de padrões regionais de industrialização, na criação da nova divisão internacional do trabalho, entre outros. Com o advento da globalização há maior fluidez do capital sobre o espaço geográfico causando sua intensa transformação o que é percebido em múltiplas escalas.

Para Harvey (2004) a ascensão do termo globalização indica a profunda reorganização geográfica do capitalismo que está pautado pelo ímpeto de acelerar o tempo de giro do capital, apressar o seu ritmo de circulação e, conseqüentemente revolucionar os horizontes temporais de desenvolvimento. Ao mesmo tempo, para Harvey, o capitalismo sente-se impelido a eliminar as barreiras espaciais e “aniquilar o espaço pelo tempo” que se manifesta atualmente por vários aspectos como: as reduções de custo e tempo de deslocamento no espaço que têm sido um foco contínuo da inovação tecnológica; a construção de infra-estruturas físicas destina-se a facilitar os deslocamentos e também dar suporte à produção, distribuição e consumo; e, por fim, a construção da organização territorial primordialmente por meio do poder do Estado, de regulação do dinheiro, da lei e da política.

Santos (1999, p. 7) reflete sobre este período, como o estágio supremo no que se refere ao processo de internacionalização do capital, iniciado com o capitalismo comercial. Para Ianni (1993), o capitalismo atinge uma escala cada vez mais ampla, simultaneamente nacional, continental e global, onde a globalização atinge um caráter de processo histórico

simultaneamente social, econômico, político e cultural.

Para Santos (1999) tal período de progressos espetaculares que se devem à aliança entre ciência e técnica (que se encontra em todas as partes do mundo), em interdependência, estão sob o comando da técnica. Segundo o autor, os conteúdos de técnica, ciência e informação permitem reconhecer a organização de um novo espaço. Na medida em que estes estão na própria base da produção, da utilização e do funcionamento do espaço e tendem a construir seu substrato, Santos (1999, p.11) denomina de meio técnico-científico-informacional a “cara geográfica da globalização”.

No que se refere às inovações tecnológicas, Harvey (2004) indica que nos últimos tempos há um período concentrado de mudanças nas inovações, mas destaca o ritmo e o grau de transferência (e imitação) de tecnologia entre as diferentes regiões da economia mundial. A desregulamentação financeira, passagem de um sistema global hierarquicamente organizado pelos EUA para um sistema descentralizado e coordenado pelo mercado, também é destacada por este autor como outra alteração no que se refere à globalização.

Dentre as consequências e contradições deste processo, Harvey (2004) enumera várias, entre elas: a alteração das formas de produção e de organização, especialmente o capital multinacional; a aceleração do ritmo de urbanização que originou uma “revolução ecológica, política, econômica e social” na organização espacial da população mundial; a geração, aparente⁶, de um novo conjunto de problemas políticos e ambientais globais.

Segundo Altvater (1999), a promoção do livre comércio em nível mundial, cria novos limites, sociais, ecológicos e econômicos à globalização e surgem crises de paradigmas vigentes. Em sua visão, um paradigma entra em crise quando a comunidade científica está em vias de perder a crença em seu poder explicativo. A isto devemos associar hoje a tão discutida e questionada crise ecológica, dentre outras.

⁶ Harvey explicita que menciona tais problemas como aparentes pois sua existência não necessariamente advém deste período.

Na verdade o modo de produção hegemônico não pode prescindir de suas contradições. Elas o alimentam para sua reestruturação. De toda forma, é claro o papel da tecnologia empregada tanto na organização produtiva, quanto na vida social, imprimindo suas marcas no espaço e intensificando a globalização.

Apesar de parecer, esta crescente difusão da técnica e dos objetos técnicos pelo espaço, nunca foi nem será homogênea. A heterogeneidade ocorre devido à forma como eles, os objetos técnicos, se inserem desigualmente na história e no território, no tempo e no espaço (SANTOS, 1996).

As novas possibilidades técnicas e organizacionais favorecem a diminuição da área produtiva, embora a área relativa ao consumo, circulação e distribuição aumente, e a especialização de áreas (fabricação de certos produtos onde é mais vantajoso). Concomitantemente há maior necessidade de circulação o que depende de fluidez das redes e de flexibilidade dos regulamentos. A transferência de produtos e ordens para lugares mais distantes também estão inseridas neste contexto (SANTOS, 1996).

As escalas local e nacional, cada vez mais interligadas ao capitalismo global, tornam-se alvo de reestruturações produtivas e locacionais importantes das empresas, principalmente multinacionais. Há o aumento da competitividade entre os grupos empresariais (dependendo do grau de centralização do capital num determinado setor) e a necessidade sempre maior de lucros e reduções de custo em níveis globais, ou nacionais.

Nota-se um espaço cada vez mais dinâmico e em constante transformação. Tornam-se cada vez mais importantes as técnicas que possibilitem para o meio empresarial o conhecimento como recurso (SANTOS, 1996) e, entre elas está o geoprocessamento.

1.1.3 As redes empresariais pelo território

As sucessivas inovações, imprescindíveis ao avanço do capitalismo mundial, se

instalaram e modificaram os espaços nacionais, “doravante sulcados por linhas e redes técnicas que permitiram maior velocidade na circulação de bens , de pessoas e de informações.” (DIAS, 2005, p.142)

A fluidez dos espaços em nível mundial, advinda destes aprimoramentos, principalmente nos transportes e comunicações, proporcionou uma densificação das redes pelo espaço que surge como condição para a circulação de capitais, tecnologia e matérias-primas.

Um dos papéis da rede no atual meio técnico-científico-informacional⁷ é a integração de territórios e mercados, e a quebra de obstáculos à circulação de mercadorias, matérias-primas e capitais. (DIAS, 2005)

Para Santos (1999) as definições de rede se multiplicam, mas podem ser enquadradas em dois grandes matizes: a que considera somente sua realidade material e a que leva em conta também o dado social.

Para Curien (1988) rede é a infra-estrutura que permite o transporte de matéria, energia e informação e que se inscreve sobre um território. Além disso, caracteriza-se pela topologia de seus pontos de acesso, arcos de transmissão e nós de bifurcação ou de comunicação. Para Santos (1999) a rede também é social e política em virtude das pessoas, mensagens e valores que a freqüentam.

Para Corrêa (1997) considera-se uma rede como um conjunto de localizações geográficas que estão interconectadas entre si por um número de ligações e Dias (2005) adverte que ela é o instrumento que viabiliza duas estratégias: comunicar e circular.

Raffestin (1980) e Claval (1989) apresentam-na como instrumento de poder na medida em que possibilitam a constituição de territórios. As próprias corporações territorializam-se através de redes estruturadas (CORRÊA, 1996).

⁷ Santos (1996, p. 238)

Santos (1996) compreende ser inseparável a existência das redes da questão do poder, já que a divisão territorial do trabalho resultante atribui a alguns atores um papel privilegiado na organização do espaço. Corrêa (1992) acrescenta que nesta atual fase do capitalismo, as grandes corporações multifuncionais e multilocalizadas, um destes atores, desempenham importante papel nesta organização espacial, exercendo determinado controle sobre amplo e diferenciado território. Esse controle, a gestão do território, constitui um dos meios através do qual a corporação garante com máxima eficiência a acumulação de capital e a reprodução de suas condições de produção.

Indo além, o poder de uma organização pauta-se não apenas pela sua estrutura organizacional balizada através de redes, mas também pela incorporação técnica em seus processos internos que a possibilitem analisar o espaço e tomar ações efetivas no intuito de ser competitiva.

A maior função da rede é assegurar ligações nos seus mais diversos aspectos (Santos, 1999). Este autor ressalta o caráter simultaneamente global e local das mesmas. Cada lugar através de sua estrutura técnica e informacional acolhe uma parte da rede, enquanto globalmente serve à divisão internacional do trabalho. Além disso, ressalta que no espaço estão estabelecidas uma série de redes interdependentes e superpostas cujas mudanças refletem e afetam as outras.

Com sua densificação, há maior seletividade espacial e a importância estratégica da localização geográfica foi ampliada (DIAS, 2005). Consequentemente, o papel da rede para a transformação dos espaços em níveis cada vez maiores, é fundamental. Ao mesmo tempo,

Na medida em que as possibilidades dos lugares são hoje mais facilmente conhecidas à escala do mundo, sua escolha para o exercício dessa ou daquela atividade torna-se mais precisa. Disso, aliás, depende o sucesso dos empresários. É desse modo que os lugares se tornam competitivos. O dogma da competitividade não se impõe apenas à economia, mas, também, à geografia. (Santos, 1996, p. 249)

A importância do conhecimento da realidade local é inerente ao meio técnico-científico-informacional, já que espaços anteriormente inacessíveis estão agora disponíveis à

exploração capitalista, interconectados por redes que os alcançam e determinam uma fluidez espacial. O papel da técnica tanto na criação da acessibilidade dos lugares quanto ao aprimoramento do conhecimento dos mesmos⁸ é vital.

Uma das características atuais do mundo é a exigência por fluidez para intensificar a circulação no espaço, interesse fundamental dos atores hegemônicos, como corporações. Segundo Santos (1996, p. 274)

A fluidez contemporânea é baseada nas redes técnicas, que são um dos suportes da competitividade. Daí a busca voraz por mais fluidez, levando a procura de novas técnicas ainda mais eficazes. A fluidez é, ao mesmo tempo, uma causa, uma condição e um resultado.

De toda forma, a fluidez é relativa, o que cria a tendência atual de um rápido envelhecimento dos subespaços que não dispõem dos meios para se atualizar. A competição por espaços dotados de fluidez é imperativa, assim como a sua constante recriação.

Sua criação é produto do poder público e do privado de forma conjunta. Cabe ao Estado e aos organismos supranacionais prover o território de macrossistemas técnicos. Por sua vez, as empresas estabelecem suas redes privadas de acordo com seus interesses específicos, tanto no que se refere a sua geografia quanto ao seu funcionamento (SANTOS, 1996).

A presença, seja em pontos espalhados ou concentrados do espaço de firmas monopolistas ou multinacionais com vocação a utilizar todo o território orienta a escolha de capitais fixos (barragens, rodovias, ferrovias, etc) qualificando os espaços nacionais à imagem de seus próprios interesses. Isto ocorre devido a força política que tais empresas possuem para alavancar a chamada “modernização do território” (SANTOS, 1996, p. 252).

Cria-se mais uma contradição do capital manifestada no espaço; simultaneamente à maior fluidez do território, necessária para a reprodução ampliada do capital, constata-se a rigidez, cristalizada através do capital fixo, imprescindível à dotação desta mesma fluidez

⁸ Técnicas como o imageamento por satélites, os Sistemas de Posicionamento Global (GNSS) e outros.

(Santos, 1996).

1.1.4 A informação

Segundo Santos (1996) a celeridade das mudanças sobre o espaço geográfico deve-se essencialmente, a multiplicidade de vetores que o percorrem, a rapidez de sua substituição, a novidade das forças que o portam e a sua incidência sobre os objetos. Conseqüentemente, os objetos, cada vez mais dotados de autonomia, “inteligência” e informação pressupõem homens capazes de manipulá-los, transformá-los. A imbricação de ciência e técnica nos objetos os torna complexos a ponto de impor relações desiguais. Da mesma maneira, a complementaridade entre os objetos, possibilita o surgimento cada vez maior de inovações associadas, criando uma dependência tal que os mesmos não existiriam sozinhos. Esta efervescência obriga constante aprendizado acerca das novas e novíssimas inovações. A informação passa a ser a nova matéria-prima do trabalho intelectual, que é seu produtor e consumidor (PIRES, 1992).

Segundo Santos (2000) o desenvolvimento da história segue de acordo com o aperfeiçoamento das técnicas que se apresentam em verdadeiros sistemas, ou seja, nunca aparecem isoladamente e representam uma época histórica. Na época atual, o sistema de técnicas predominante é o da informação. Segundo Santos (1996, p. 158):

a informação ganhou a possibilidade de fluir instantaneamente, comunicando a todos os lugares, sem nenhuma defasagem, o acontecer de cada qual. Sem isso, não haveria um sistema técnico universalmente integrado, nem sistemas produtivos e financeiros transnacionais, nem informação geral mundializada, e o processo atual de globalização seria impossível.

Este novo sistema técnico permite a comunicação entre as diferentes técnicas existentes e por outro lado, assegura a simultaneidade das ações acelerando o processo histórico (SANTOS, 2000). Acrescentando, Souza (2003) ressalta que as tecnologias da informação ainda possibilitam a apreensão da totalidade, ou seja, uma visão empírica da

mesma, a partir, por exemplo, do imageamento por satélites de todos os objetos técnicos espalhados pelo planeta e difundindo ainda mais (juntamente com o processo da simultaneidade) a informação. Além disso, segundo a autora, todos os lugares se comunicam, entre si, ao mesmo tempo, sendo este o principal fundamento da globalização; apesar deste processo ainda não atingir nem tudo, nem todos, por ser extremamente inacessível a muitas pessoas.

O poder da informação é forte na atualidade e esta balizado em um meio técnico-científico-informacional, cuja fluidez e velocidade das informações são cada vez maiores e demonstram a grande articulação ciência-técnica (PIRES, 2002).

Esta articulação fez emergirem artefatos técnicos que têm em sua constituição a informação. Não são somente técnicos, mas também informacionais pois, inclusive para sua produção e localização, a informação é primordial e torna-se a energia que movimenta a engrenagem das técnicas (SANTOS, 1996).

Para Castells (2002) a revolução da tecnologia da informação fez surgir uma nova estrutura social dominante: a sociedade em rede, assim como uma nova economia: a economia informacional-global e uma nova cultura: a cultura da virtualidade real.

Estamos por toda volta cercados por objetos não somente técnicos, mas também científicos que possuem grande carga de produção científica. Também são informacionais porque:

(...) de um lado, é chamado a produzir um trabalho preciso – que é uma informação – e, de outro lado, funciona a partir de informações. Na era cibernética que é a nossa, um objeto pode transmitir informação a outro objeto. (SANTOS, 1996, p. 215)

E o autor complementa que os próprios objetos não trabalham sem o comando da informação e além desta ser indispensável para o trabalho ligado ao capital hegemônico mais produtivo economicamente (SANTOS, 1996, p. 215). As relações são mais ágeis, já que o poder da engrenagem informacional é demasiado.

Com o desenvolvimento tecnológico dos softwares, das infra-estruturas e comunicação e transmissão de dados, há a possibilidade de uma manipulação das informações em grande quantidade e com rapidez. É importante tê-las acessíveis e com fácil manipulação, possibilitada pelos softwares, e também precisas, confiáveis e integradas. Em um âmbito capitalista, as empresas que estabelecem estruturas de informática (hardware e software) que atendam suas necessidades estão à frente, num mercado tão competitivo e que prima pela redução de custos.

O mundo “relativamente próximo” (HARVEY, 2003), cuja base está pautada nas redes técnicas, sejam informáticas ou não, requerem das empresas um diferencial: a tomada de decisão precisa e ágil a partir da manipulação de informações. Estas, ao lado da ciência e da tecnologia são a base da “produção, utilização e do funcionamento do espaço e tendem a constituir o seu substrato” (SANTOS, 1996, p. 238).

Qualquer ação sobre o espaço se dará com base em informação. As redes telemáticas são o suporte para sua circulação que interliga o mundo fundamentando a globalização. A dinâmica das empresas ocorre através deste tecido informacional.

Já a informação geográfica destaca-se e mostra-se tão importante nesta lógica, que as empresas adotam técnicas que possibilitem e/ou facilitem sua utilização. A manipulação da informação espacialmente identificada destaca-se na articulação dos atores perante o espaço geográfico. Sejam empresas públicas e privadas, organizações não governamentais, ou órgãos de meio ambiente e planejamento urbano, há a necessidade deste aparato tecnológico para nortear a execução de ações e projetos.

No que se refere ao geoprocessamento, torna-se importante diferenciar dados de informação. Os primeiros referem-se a um conjunto de valores, numéricos, alfabéticos, alfanuméricos, gráficos, sem significado próprio. A partir do momento que tais dados passam a possuir um significado para um determinado uso ou aplicação, que lhes é conferido por um

ser humano, deixam de ser meros registros para se constituir em informações (XAVIER-DA-SILVA, 1992; XAVIER-DA-SILVA, 2001; MENEGUETTE, 2001).

Através da informática realiza-se o processamento automatizado da informação através do uso de equipamentos computacionais, técnicas e procedimentos adequados a esse fim. Nas últimas décadas, a informática tem evoluído acentuadamente o que tem se refletido nas organizações.

Nos anos 70, comenta Meirelles (1994), a tônica era o Processamento de Dados, que ensejou o surgimento dos Centros de Processamentos de Dados. Já na década de 80, a ênfase foi dada aos Sistemas de Informação, à Automação e aos Bancos de Dados, com o aparecimento dos Centros de Informação.

Na década de 90, tais Centros de Informação dispõem também da Tecnologia de Informação, que constitui-se em instrumento integrador dos elementos vitais da organização. Aquele autor enfatiza que há tempos as empresas processam dados; agora estão reconhecendo que informação é um recurso a ser administrado.

Com seu avanço rápido e incontestável, a informática apresenta um mundo constantemente em ebulição. As redes telemáticas⁹ e de fibras ópticas se apresentam sobre o espaço criando a base tecnológica que o influenciará. O computador é a grande interface hoje do indivíduo com o mundo possibilitando que estas redes se tornem manipuladoras e dinamizadoras da informação (R. ANDERTON, 1971 apud SANTOS, 1996). É um artefato extremamente complexo, que simplifica e otimiza o trabalho, dando-lhe maior produtividade, e criando novas dinâmicas sobre o espaço geográfico.

Através do computador são unificados os processos produtivos e é possível adotar uma subdivisão extrema do tempo (SANTOS, 1996). Ainda segundo este autor, o computador teria um lugar conceitual nas ciências sociais devido as suas qualidades na tomada de decisão e nos

⁹ Ou teleinformática, ou seja, a união entre as telecomunicações e a informática.

processos de coordenação e concentração, permitindo a coerência da ação e a possibilidade de previsão. Podemos correlacionar tal fato com a difusão do geoprocessamento utilizado pelas corporações mundiais como ferramental para a análise do espaço geográfico.

Neste ínterim, as empresas, assim como utilizam os meios computacionais para uma diversidade de fins produtivos, também os utilizam para análises espaciais através de softwares de geoprocessamento. Este processo veio a aperfeiçoar a tomada de decisão através da geração de relatórios e do cruzamento rápido de dados geográficos.

1.2 A demanda ambiental

Na definição de Altvater (1999, p. 110), um paradigma “é mais que uma metodologia. Inclui conteúdos, isto é, afirmações sistemáticas sobre o mundo real e a vida real.” Sua crise irrompe quando é impossível encontrar, para um público mais amplo, respostas científicas plausíveis para desafios reais e, o poder explicativo dos conceitos teóricos falha diante de desafios históricos. Dentre estes desafios, podemos destacar a crise ecológica.

Segundo Altvater (1999), a promoção da globalização, cuja expansão promove a acumulação capitalista em nível global, enfrenta muitos obstáculos em todas as esferas do sistema mundial, criando novos limites, inclusive ecológicos, mas também sociais e econômicos.

Poder-se-ia dizer que a evolução do capital que se expande mundialmente através da globalização, engendra contradições que alimentam suas crises inerentes que se manifestam em diferentes níveis: econômico, do trabalho, cultural, entre outros.

A emergência do modelo fordista de produção, em relação ao anterior, gerou uma nova relação com a natureza, de submissão. A ilusão de um mundo sem limites para a expansão da produção e do capital postou-se, assim, como uma verdade científica, pela qual a razão

humana controlaria e dominaria as forças da natureza.

A dominação do conhecimento sobre o meio natural ajuda a aumentar a produtividade e com isso há intensa utilização de energia e dos insumos materiais. Este crescimento de produtividade é o princípio fundamental para a economia de mercado capitalista e a sociedade moderna, mas, uma vez que os recursos são exauridos e o planeta é poluído e contaminado, há limites inevitáveis à produtividade crescente (ALTVATER, 1999).

Apontar estes limites da natureza, como fazem Gonçalves (1996), Moreira (1999) e Altvater (1999), a este crescimento insustentável da produtividade e consumo capitalistas, denota a impossibilidade de um crescimento material ilimitado. Ou seja, a natureza do planeta não é uma mercadoria livre, quanto mais é consumida, mais sua qualidade se deteriora para todos (ALTVATER, 1999).

A crise ecológica está inserida nesse bojo, apesar de inúmeros cientistas ainda duvidarem e rejeitarem veementemente tal afirmação, mesmo com a emergência de inúmeras catástrofes e problemas ambientais em diversas partes do mundo.

Na concepção de Moreira (1999, p. 258), a tradição da economia clássica, marxista e neoclássica não foram capazes de tecer considerações de cunho ambientalista, seja porque as questões de poluição e degradação de meio ambiente eram apenas parciais e pontuais, seja porque o conceito de natureza impedia esta visualização, já que era submetido a uma visão antropocêntrica. A natureza era vista como um subsistema do sistema econômico e social.

Isto posto, desde o final da década de 80 até hoje, encaminha-se para a incorporação desta crise ecológica à lógica capitalista, de forma a explicá-la e minimizá-la. Na visão de Moreira (1999) isto requer, portanto, processos de redimensionamento dos direitos de propriedade¹⁰ e dos usos dos recursos; processos de mudanças e legitimações de leis e regulamentações mostrando que o discurso ecológico não é incompatível com a ordem

¹⁰ Os movimentos ambientalistas requerem novos controles sociais sobre o uso dos recursos naturais legitimando as mudanças de limites e fronteiras da propriedade privada.

capitalista. O próprio autor (1999) indica o surgimento de um “capitalismo ecológico” cujos limites do uso dos recursos naturais e do conhecimento tecnológico, passam a ser gradativamente modificados a fim de atender a esta crescente demanda ambiental sem, no entanto, romper com a ordem capitalista.

Na verdade,

A questão ambiental passa, assim, a se deslocar para um nível pragmático, de encontrar tecnologias alternativas e, deste modo, a assimilar uma das características de magma de significações imaginárias da sociedade moderna, isto é, a crença na capacidade redentora da técnica. (GONÇALVES, 1996, p. 61)

A sustentabilidade, isto é, a capacidade de re-produção material/simbólica, se desloca da sociedade para a humanidade, da escala nacional para a planetária. Assim, se afirma essa nova comunidade de destino, a Terra, como o habitat do “nosso futuro comum”. A radicalidade anteriormente atribuída a subversiva questão ecológica muda de tom, recorrendo-se ao velho conceito integrador do desenvolvimento, “numa convergência em torno do termo de Desenvolvimento Sustentável”. (GONÇALVES, 1996, p. 62)

A utilização do conceito de desenvolvimento, quando associado à noção de sustentabilidade, requer, portanto uma re-significação que já está em curso (MOREIRA, 1999). Para Altvater (1999) esta re-significação é resultado da necessidade de instituir novos conceitos a fim de explicar as crises paradigmáticas do atual “modelo de desenvolvimento ocidental”.

Moreira (1999, p. 247) ressalta que o conceito de desenvolvimento sustentável ainda não é único e sofre reflexos de diferentes interesses e forças sociais que moldam a dinâmica das sociedades contemporâneas.

Gonçalves (1996, p. 64) deixa claro que, sob a perspectiva da sustentabilidade do atual sistema de relações sociais, discutia-se anteriormente qual seria a qualidade do desenvolvimento, no que se refere à justiça social, e qual o caráter de igualdade que promoveria. Entretanto, agora o que se oferece como perspectiva é a possibilidade de, ao

menos, se continuar vivendo desde que não se questione o sentido das instituições sociais que dão sentido à vida.

Na medida em que a própria sobrevivência da espécie estaria envolvida, e os problemas ambientais transcendem a escala local para outra mais global (HARVEY, 2004), é possível identificarmos no ambientalismo um reforço dessa tendência ao imaginar uma nova territorialidade planetária, ao pensar a humanidade a partir da categoria biológica de espécie (GONÇALVES, 1996).

Conforme reforça de forma bastante elucidativa Gonçalves (1996, p. 66),

“A espécie humana não sai da natureza, como acreditaram os Iluministas. Ao contrário, é a sua própria natureza que lhes dá a possibilidade de reinventar suas instituições, seus valores, em circunstâncias históricas dadas.”

É neste contexto que são reinventados os conceitos de natureza e meio ambiente. Reincorporam-se de forma diferente à lógica econômica e hegemônica, de acordo com a circunstância apresentando-se aparentemente mais preservados ou protegidos sob o manto do “desenvolvimento sustentável”.

A manutenção da natureza sob o capitalismo, mas de forma suavizada, ou seja, sob nova aparência, faz dela ainda um recurso e restringem-se as ações realmente efetivas já que permanece o atual modelo de desenvolvimento baseado na alta competitividade, no desperdício, na grande produção e consumo. Além disso, em inúmeros casos se aceita a degradação porque ela parece ser um efeito colateral necessário à produção e ao consumo. Ainda existe a idéia de que o meio ambiente é capaz de renovar-se permitindo a continuidade destes padrões. (ALTVATER, 1999)

Mesmo assim,

(...) em torno da questão ambiental, reduzida à relação sociedade-natureza e descartando a questão social, começou-se a produzir um verdadeiro consenso e, muitas empresas tradicionalmente ligadas ao velho modelo produtivista-consumista, começaram a criar projetos de proteção à natureza. (GONÇALVES, 1996, p. 61)

Portanto, as corporações assimilam a questão ambiental em suas ações de forma a se adaptarem às legislações cada vez mais rígidas e a pressão da sociedade. Para Moreira (1999, p. 251), com isso, redimensionam-se os direitos herdados e, em alguns graus, os parâmetros da competição intercapitalista.

Entretanto, para Altvater (1999), apesar de bem desenvolvidas, em nível nacional, as legislações ambientais diversas vezes não contemplam o alcance global da destruição ambiental. Além disso, dada esta amplitude das questões e conflitos ambientais são necessários: a regulamentação política e legal na legislação internacional e sistemas de direitos humanos e direitos dos povos¹¹.

1.2.1 O planejamento e a gestão ambiental

O planejamento ambiental surgiu, nas últimas três décadas, em razão do aumento acentuado da competição por recursos, terra e água, “que gerou a necessidade de organizar o uso da terra, de compatibilizar este uso com a proteção de ambientes ameaçados e de melhorar a qualidade de vida das populações.” (SANTOS, 2004, p. 27)

Surgiu também como uma resposta adversa ao desenvolvimento tecnológico, puramente materialista. Vem como uma solução de conflitos que possam ocorrer entre as metas de conservação ambiental e do planejamento tecnológico.

O espaço apresenta uma realidade desigual, tanto no que se refere à sociedade quanto ao meio ambiente, que é resultante da apropriação capitalista. A partir do planejamento é possível propor alternativas. Independente de suas diversas denominações: urbano, regional, tecnológico, geoecológico, ambiental, dentre outras, fundamenta-se na interpretação do meio, através da construção de análises baseadas em dados e com o objetivo de subsidiar a tomada

¹¹ Altvater (1999) faz importante relação entre a crise ecológica e os direitos humanos, cada vez mais distantes em decorrência do aprofundamento das crises paradigmáticas inerentes à globalização.

de decisão.

Segundo Santos (2004, p. 24), entende-se por planejamento:

(...) um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizadas das informações por meio de procedimentos e métodos, para chegar à decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Sua finalidade é atingir metas específicas no futuro, levando à melhoria de uma determinada situação e ao desenvolvimento das sociedades

Por Souza (2003, p. 46) planejamento significa a tentativa de

“simular os desdobramentos de um processo, com o objetivo de melhor precaver-se contra prováveis problemas ou, inversamente, com o fito de melhor tirar partido de prováveis benefícios”.

Vale salientar sua responsabilidade e ambição já que, ao analisar o meio a ponto de propor diretrizes, planos e projetos, tenta e tende a direcionar o espaço. Deve-se ter, conseqüentemente, um olhar atento a ponto de não serem reproduzidas em suas propostas as mazelas e desigualdades presentes na sociedade, como por exemplo, os interesses de alguns poucos grupos sobre outros.

Dados os conflitos ou problemas sejam eles ambientais, sociais, políticos, culturais, é primordial identificá-los, antevê-los e discutí-los a fim de serem tomadas as atitudes devidas por parte do poder público e da sociedade no intuito de amenizá-las, contorná-las ou resolvê-las. O planejamento torna-se um ato necessário. Segundo Matus (1996) apud Souza (2004, p. 47):

se planejar é sinônimo de conduzir conscientemente, não existirá alternativa ao planejamento. Ou planejamos ou somos escravos da circunstância. Negar o planejamento é negar a possibilidade de escolher o futuro, é aceitá-lo seja ele qual for.

Faz-se necessário incorporar nas instâncias governamentais mecanismos efetivos que possibilitem uma gestão integrada, participativa e que proponham uma atuação política mais concentrada e vinculada aos interesses de toda a sociedade. O planejamento, tendo por sua base uma análise comprometida com a realidade, possibilita uma análise factível, holística e

vinculada a processos histórico-geográficos presentes no espaço geográfico. Apesar disso, os diversos “planejamentos” no Brasil, em diversas situações,

não representam de forma eficiente a realidade nem atingem o ideário a que se propõem. O momento é de reflexão sobre a eficiência do discurso teórico, bem como sobre a construção da teoria e do método. Estes são os maiores entraves e os maiores desafios para esta área do conhecimento. (SANTOS, 2004, p. 29)

Através do ato de planejar esta sendo realizado um esforço de imaginação do futuro (SOUZA, 2004). Sob o olhar da Geografia, possibilita a identificação de novas territorialidades que por ventura se estabeleçam no espaço geográfico. A visão do geógrafo proporciona a construção destes cenários de forma integradora. Santos (2004) ressalta que a concepção de planejamento ambiental propõe a integração e generalização (interdisciplinaridade e integração) mesmo com a ausência desta visão integrada e interdisciplinar dos próprios profissionais em planos, projetos, programas e diretrizes.

Na literatura a conceituação de planejamento ambiental é densa embora este termo por vezes seja empregado equivocadamente no lugar de gestão ambiental ou gerenciamento ambiental. Além disso, segundo Slocombe (1993) ora ele é confundido com planejamento territorial, ora torna-se extensão de planejamentos setoriais acrescidos do caráter ambiental.

Para Santos (2004, p. 27) o planejamento ambiental consiste na adequação de ações à potencialidade e vocação local assim como à sua capacidade de suporte de forma que seja alcançado o desenvolvimento harmônico em uma região, mas mantendo a qualidade do ambiente no que diz respeito aos componentes físicos, biológicos e sociais. O monitoramento de usos da terra e impactos às comunidades locais e regionais deve ser feito, assim como as restrições do meio devem ser prioritárias às demandas sociais e econômicas. Tal planejamento fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente estabelecendo relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, as necessidades socioculturais e também os interesses econômicos. Ele prevê a participação da sociedade que é de extrema importância.

Por remeter-se diretamente aos conceitos de sustentabilidade e multidisciplinaridade, o planejamento ambiental exige uma abordagem holística onde temáticas diversas devem apresentar-se integradas de forma a possibilitar ações efetivas direcionadas à solução de problemas. Tem, por conseguinte, uma função ímpar diante do espaço geográfico na medida em que tenta compreender sua dinâmica complexa pretendendo apresentar propostas e diretrizes que o influenciarão. Ao ser utilizado de forma equivocada ou manipulada, pode reproduzir e aprofundar os problemas ambientais e sociais. Entretanto, na medida em que é implementado coerentemente com a realidade pode tornar-se instrumento de diálogo entre os atores sociais possibilitando o compartilhamento dos frutos de atuações e relações mais responsáveis e integradas entre empresas, pessoas e instituições de governo sobre o meio ambiente.

O objetivo em um planejamento é entender, o melhor possível e de forma integrada, a dinâmica de processos impactantes ao meio (SANTOS, 2004). Para tanto, um dos desafios do planejamento ambiental é superar o caráter particular e específico das análises científicas dos especialistas em prol de uma maior integração e generalização dos conhecimentos, ao que ele se propõe, tendo como base o alto grau de interdisciplinaridade. Infelizmente, muitas vezes o resultado é somente uma soma e não uma interação de fato (SANTOS, 2004).

São vários os obstáculos a serem enfrentados até delinear os resultados e implementar o planejado. Por vezes, por estar pautado em informações qualitativas e subjetivas, originárias de diferentes métodos e escalas, estimativas são apresentadas em lugar de respostas exatas. Além disso, regulamentos administrativos rígidos em todos os níveis podem impedir o manejo do todo. Apesar de na teoria serem necessários para legitimar o planejamento, na prática, a descentralização, a participação popular efetiva e mudanças significativas na administração e política local quase nunca são resultantes deste processo. No que se refere a esta dimensão política, a tendência é que tratem-na “por um caminho demasiadamente

simples, comumente linear. “ (SANTOS, 2004, p.29)

Moura (2003) define gestão como sendo o acompanhamento monitorado das alterações no tempo e no espaço, e a interferência na realidade. Já Cicin-Sain (1993) acrescenta que a gestão ambiental é um processo participativo, contínuo, interativo e adaptativo, que inclui uma série de deveres associados, os quais devem ser desenvolvidos de forma que se possa alcançar metas e objetivos pré-determinados.

Para Lanna (1995) gestão ambiental constitui-se no processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço, visando garantir, com base em princípios e diretrizes previamente acordados/definidos, a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais – naturais, econômicos e socioculturais – às especificidades do meio ambiente.

Segundo Santos (2004, p. 46),

O planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando-se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra; e a gestão é a efetivação, ao menos em parte (pois o imprevisível e o indeterminado estão sempre presentes, o que torna a capacidade de improvisação e a flexibilidade sempre imprescindíveis), das condições que o planejamento feito no passado ajudou a construir.

Entre os limites entre o planejamento e a gestão, Moura (2003) complementa que o primeiro ocorre em maior escala temporal e espacial, enquanto o segundo traduz o acompanhamento da dinâmica do espaço nos processos de transformação em menor escala.

2 O GEOPROCESSAMENTO

É notório que o modo de produção dominante, capitalista, imprime no espaço sua marca ora desigualizando-o ora homogeneizando-o. O lócus de reprodução social, mostra-se não como mero e simples reflexo das relações de produção, mas também como condicionante das modificações. Neste complexo processo percebe-se a dinâmica espacial que indica formas e ações diversificadas, distintas temporalmente (ou seja, à época de sua constituição) e concomitantes espacialmente. Refuncionalizadas ou não. Desiguais. Ao mesmo tempo, a problemática ambiental avança como resultado da intensa apropriação da natureza pelo homem. Como discutido anteriormente, a globalização exacerba estas dinâmicas.

O geoprocessamento emerge neste contexto de efervescência técnica, científica e informacional como um ferramental que auxilia na leitura, identificação e análise deste espaço, repleto de contradições, de suas formas e ações.

Resgatarmos, ainda que brevemente, o conceito de espaço é importante para a edificação deste trabalho. Para Lipietz (1980) apud Soja (1983, p. 40) o espaço é a forma material de existência das relações sócio-econômicas e que estruturam a espacialidade nas relações de produção. Além disso, o autor reforça que a sociedade o recria em bases de um espaço concreto, sempre já estabelecido previamente.

Soja (1993, p. 101) indica que “o espaço pode ser primordialmente dado, mas a organização e o sentido do espaço são produtos da translação, da transformação e da experiência sociais”.

Para Souza (1997, p. 27),

a organização espacial precisa estar em consonância com as relações de produção e necessidades tecnológicas, com as relações de poder e com as representações sociais – enfim, com o imaginário instituído – de uma dada sociedade, e precisará ser modificado para adaptar-se a cada transformação social.

De acordo com a reflexão de Santos (1996) acerca do espaço geográfico, este se apresenta como um conjunto indissociável (assim como contraditório) de um sistema de

objetos e um sistema de ações, ambos cada vez mais artificiais. Sua linha de pensamento emerge a partir da preocupação em caracterizar o objeto central de estudo da ciência geográfica, o espaço, de forma simples e objetiva, mas não menos profunda e rica. Destrinchando o espaço como forma (objetos) e conteúdo (ações) Santos relaciona vários outros conceitos, inclusive a técnica, em prol de sua argumentação.

Os objetos, imbuídos de técnica, passam a ser mecanizados e posteriormente cibernéticos e tendem a funcionar como máquinas. A dinâmica dos espaços ocorreria em função dos condicionamentos entre objetos e ações, gerando transformações no espaço geográfico (SANTOS, 1996, p. 63). Este:

(...) é uma totalidade em movimento, uma instância social, um conceito abstrato. Ele dá conta não apenas daquilo que nossa vista vê, mas dos processos sociais cuja dinâmica atribui ao espaço geográfico uma organização – um recorte – de modo a poder estudá-lo e representá-lo geograficamente. (SOUZA, 2003, p.5)

Apesar disso, objetos “naturais” a partir do momento que são utilizados pelo homem, através de intenções sociais, passam a ser objetos. Com o crescente movimento ecológico, esta transição da natureza para um sistema de objetos, se completa, na medida em que dá a ela um valor. (SANTOS, 1996, p.65)

A ação, segundo Moles (1974 apud SANTOS, 1996, p. 78) é um deslocamento do ser no espaço criando uma alteração no meio e dotada de propósito. Um de seus resultados é, conseqüentemente, a modificação da situação em que está inserida. Segundo Santos (1996) ressalta-se que as ações são cada vez mais estranhas aos fins próprios do homem e do lugar, sendo produto de necessidades alheias.

Hoje, o geoprocessamento subsidia ações sobre o espaço de grandes atores como: os governos, as grandes empresas sejam elas nacionais ou multinacionais, as organizações internacionais, entre outros.

Entretanto, a Geografia reduziu-se ao visível não dando conta da realidade e ficou focada no estudo da paisagem quando fundamentou-se no método analítico dedutivo fazendo

da descrição e da lógica os elementos essenciais na análise geográfica de dada realidade. Relatórios e mapas representavam os trabalhos de descrição. (SOUZA, 2003, p.2)

Hoje, esta abordagem conceitual não retrata efetivamente o espaço geográfico, na medida em que este transforma-se com extrema velocidade. O espaço não pode mais ser confundido com paisagem que é somente um dos seus recortes.

Segundo Souza (2003, p.2):

Mesmo considerando a paisagem como objeto de estudo da Geografia, ela se transforma com tamanha rapidez, que a descrição daquilo que é visível não dá conta da contribuição que a disciplina geográfica pode dar: perceber não apenas a materialidade visível, mas o movimento da expressão geográfica da sociedade representada pelo espaço geográfico que não pode mais ser confundido com a paisagem.

O espaço geográfico compõe-se de objetos em sua totalidade a partir do momento que estão inseridos nas relações humanas. Segundo Santos (1996) o entendimento deste conjunto permite trabalhar como processo e resultado, dando conta a multiplicidade e diversidade de situações e processos. Os objetos

(...) são tudo o que existe na superfície da Terra, toda herança da história natural e todo resultado da ação humana que se objetivou. Os objetos são esse extenso, essa objetividade, isso que se cria fora do homem e se torna instrumento material de sua vida, em ambos os casos uma exterioridade. (SANTOS, 1996, p. 72)

Ao mesmo tempo são contínuos e sua população, considerada pelo geógrafo, não resulta de uma seleção, ainda que sábia e metódica, do pesquisador, já que o espaço dos geógrafos leva em conta todos os objetos existentes numa extensão ininterrupta, sem exceção. Sozinhos, não fazem sentido pois cada um possui participação importante no todo, cuja resultante é sua forma. Na visão geográfica, conseqüentemente, todos os componentes deste espaço são importantes, e compõem uma realidade única que, para ser investigada e interpretada, precisa ser vista em sua totalidade. (SANTOS, 1996)

Esta totalidade é, por vezes, por nós, geógrafos, almejada tanto no pensar, quanto no planejar ou executar. A complexidade inerente ao espaço faz da totalidade algo instigante.

Perceber¹² o espaço tem se tornado uma nova descoberta a cada instante através dos avanços e inovações técnicas¹³ que, por vezes não dão conta desta totalidade.

2.1.1 A técnica

Como nos lembra Santos (1996), a compreensão e estudo da técnica são fundamentais na análise sobre o espaço na medida em que só o fenômeno técnico na sua total abrangência permite alcançar a noção de espaço geográfico. Através dela, importantes interações do homem com o meio ocorrem, resultando na construção do espaço por meio de significações, instrumentos, e ações influenciadas ou direcionadas. Conseqüentemente, é possível perceber parte da dinâmica do espaço geográfico e de seus agentes, interesses e processos atuantes. É evidente a pouca intervenção do saber geográfico frente às inovações técnicas presentes na sociedade (SANTOS, 1996; PIRES, 1992).

A técnica, segundo Heidegger (1958) apud Lemos (2002), é um modo de desvelamento de uma verdade, do humano ao mundo. Tal perspectiva ultrapassa a idéia reducionista de meio de evolução da espécie humana. Para ele, a diferença entre as técnicas modernas e as técnicas primitivas está na fundação científica daquela. Sua essência tem por base ser provocadora da natureza, tornando-a um objeto de exploração e pesquisa tecnocientífica, e forçando-a a liberar matéria e energia para o livre controle e manuseio humano.

Segundo Bruseke (2001) a técnica é parte da essência do homem, capacitando-o para a transformação das circunstâncias da natureza de acordo com as suas necessidades¹⁴. Desta

¹² Incorpora-se o sentido de visualizá-lo, estudá-lo e compreendê-lo de forma simultânea.

¹³ Geoprocessamento

¹⁴ Para Gehlen (1949) apud Bruseke (2001, p.19): “(...) a ambigüidade da técnica é conhecida desde os tempos mais remotos e não é uma característica exclusiva da técnica moderna. Com a pedra lascada o homem tanto pode trabalhar como matar.”

maneira a técnica participa da produção e percepção do espaço pelo homem, assim como da percepção do tempo (SANTOS, 1996).

No século XVIII a ciência e a técnica ganham valores reconhecidos como dominantes: objetividade, racionalidade instrumental, universalismo e neutralidade. Além disso, o conhecimento científico torna-se autônomo e institucionaliza-se em valor. (LEMOS, 2002)

Logo, sua incorporação às relações de produção foi um marco durante o século XIX e todo o século XX. Grandes descobertas científicas impulsionaram variados setores econômicos do mundo capitalista. Ciência e técnica vão se constituir em ideologias na modernidade (HABERMAS, 1986). É a partir das décadas de 70 e 80, que se consolida o processo de cientificação da técnica e tecnicização da ciência. Rapidamente as tecnologias se difundem pelo espaço alterando-o profundamente.

Ao mesmo tempo, no setor produtivo possibilitaram o crescimento dos lucros e a redução de custos na produção de bens industriais. Segundo Pires (1992, p.4)

O trabalho vivo transformou-se em elemento acessório e a ciência, o sujeito do processo produtivo sob a forma de social knowledge ou conhecimento social acumulado. A ciência tornou-se indiretamente, desse modo, quase guardiã da realização do capital em geral, na medida em que dentro de sua esfera de atuação e dentro dos limites do capital individual, o significado da incorporação adicional de produtividade, a redução do tempo social de trabalho e a diminuição do emprego de trabalhadores através do fortalecimento da automatização, tenderam a regular as contradições da reprodução lógica do capital e a constituir um componente de contratendência à queda progressiva das taxas de lucro.

As tecnologias da informação proporcionaram transformações profundas na paisagem da sociedade industrial e conduziram a um crescimento quantitativo sem criação de empregos (ROBIN, 1993).

Castells (1999) argumenta que a tecnologia da informação e a capacidade de utilizá-la e adaptá-la representam, em nossos tempos, o fator crítico para a geração de riqueza, poder e conhecimento, bem como para o acesso a esses atributos.

Segundo Santos (1996) imbricados no meio técnico-científico-informacional, no qual embasa sua análise, incorporam-se os grandes avanços que proporcionaram ao homem

acompanhar a dinâmica da natureza através de progressos na teledeteção e outras técnicas de apreensão dos fenômenos naturais.

O imageamento por satélites, radares meteorológicos, sistemas de informação com atributos espaciais, entre outros, são realidades técnicas que possibilitam analisar o espaço, gerar conclusões e sugerir ações.

Tais instrumentos podem permitir aos seus usuários, sejam empresas ou governos, por exemplo, uma maior grau de certeza e sucesso na realização de operações, sabendo-se que, em muitos casos, na agricultura e na indústria, certas etapas do processo produtivo alcançam maior rentabilidade com o uso de tais ferramentas.

No espaço globalizado, cuja competitividade empresarial é acirrada, dispor destas técnicas é oferecer uma melhor relação entre investimento e produto, buscando o *just-in-time* dos recursos materiais e humanos.

As empresas se distinguirão pela sua maior ou menor capacidade de utilizar as informações e

“O conhecimento exerceria assim (...) seu papel de recurso, participando do clássico processo pelo qual, no sistema capitalista, os detentores de recursos competem vantajosamente com os que deles não dispõem.” (SANTOS, 1996, p. 243)

2.1.2 O geoprocessamento

As técnicas são proeminentes no mundo moderno inclusive na ciência geográfica onde as geotecnologias¹⁵ estão cada vez mais sendo utilizadas com o objetivo de auxiliar o processo de tomada de decisão e melhorar processos nas empresas e órgãos públicos e privados. Viu-se que, sua utilização, traz benefícios e retorno social, ambiental, financeiro ou intelectual em vários setores como: Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia, Meio Ambiente e Planejamento Ambiental, Urbano e Regional.

¹⁵ Técnicas que manipulam dados espaciais.

Com o passar dos anos, as geotecnologias surgiram no bojo do grande desenvolvimento tecnológico e científico mundial. De forma incrível, os satélites imageadores possibilitaram o crescimento espantoso do olhar do homem sobre o espaço geográfico dando dimensões não antes vistas para os estudos e pesquisas sobre este espaço, e fornecendo uma quantidade incrível de dados, antes não disponíveis ou muito difíceis de serem obtidos.

Apesar de inicialmente vinculadas a estratégias militares em torno da Guerra Fria, houve um crescimento bastante acentuado das geotecnologias principalmente durante as décadas de 70 e 80 com a disponibilização dos dados dos satélites para fins comerciais. Concomitantemente houve o aprimoramento dos softwares SIG cujas versões comerciais surgiram neste período e passaram a ter aceitação mundial. Os governos dos Estados Unidos, Canadá e alguns países europeus (Suécia, Noruega, Dinamarca) apoiavam financeiramente iniciativas voltadas tanto à Cartografia Assistida por Computador (CAC), quanto ao SIG. (MENEGUETTE, 2004)

A utilização comercial por usuários civis do GPS¹⁶ também disseminou o uso das geotecnologias. Com isso, imageamentos por satélite e coleta de informações via GPS, associado ao crescimento em potência, velocidade e armazenamento de hardware e robustez de software proporcionaram ao SIG um amplo poder de manipulação desta massa de dados sobre o espaço geográfico. Geraram também uma nova gama de informações espacializadas a partir da interpretação e estudos sobre estes dados e que demandaram, conseqüentemente, a incorporação de novas formas de armazenamento e organização das mesmas pelos grandes usuários: o governo, as empresas e organizações não governamentais.

Cresceram, portanto, Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBD¹⁷) com a possibilidade de armazenar a espacialidade das feições geográficas assim como possibilitar o cruzamento destas informações diretamente no banco de dados espacial.

¹⁶ Do inglês: *Global Position System*

¹⁷ Em inglês: *Data Base Management System*, DBMS

Para Korth e Silberschatz (1989) apud Meneguette (2004), um sistema gerenciador de banco de dados (ou SGDB) consiste numa coleção de dados inter-relacionados e numa coleção de programas que acessam esses dados cujo principal objetivo é proporcionar um ambiente que seja conveniente e eficiente na recuperação e na inserção de informações no banco de dados. Os softwares também evoluíram e passaram de simples manipuladores de dados georreferenciados para sistemas que possuem ferramentas complexas de análise espacial. Vários setores de mercado estão adotando as geotecnologias, e tendo retorno de seus investimentos.

Entretanto, deve-se destacar que o geoprocessamento não se reduz somente ao manuseio de um software ou banco de dados nem se traduz simplesmente pela construção e uso de mapas (MATIAS, 2004). Sua abrangência e importância transcendem a simplória visão de um conjunto de mapas e tabelas. Para Buzai (1999, p. 47)

La geotecnología crea una nueva visión del espacio geográfico y sus modelos presentarán un amplio impacto como modo predominante de ver la realidad en el análisis espacial a finales de siglo y durante el siguiente, por lo tanto, estamos en presencia de la aparición de un nuevo paradigma como nueva forma de ver la realidad cumpliendo una vez más el ciclo de veinte años que se ha establecido para los cambios paradigmáticos analizados. Una nueva visión que valoriza desarrollos anteriores y que se presenta en primera instancia como un nuevo paradigma de la Geografía basado en la geotecnología.

Para Xavier-da-Silva (2001), geoprocessamento é um conjunto de técnicas operacionais que opera sobre bases de dados georreferenciadas. Na visão de Câmara e Davis (2006), este termo alcança o caráter de disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica.

Rocha (2000, p.210) considera-o de maneira bastante aberta como sendo:

(...) uma tecnologia transdisciplinar, que, através da axiomática da localização e do processo de dados geográficos, integra varias disciplinas, equipamentos, programas, processos entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análises e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados.

Podemos englobar dentro do geoprocessamento, segundo a literatura, várias áreas

tecnológicas como: o sensoriamento remoto, a cartografia digital, os Sistemas de Informação Geográfica¹⁸ (SIG) e bancos de dados espaciais (MAGUIRE et al., 1991 apud CÂMARA et al, 2004; MOURA, 2003). Tais tecnologias têm como diferencial a acentuada importância da localização espacial. Variadas corporações percebem-nas como ferramental estratégico para aperfeiçoar a gestão do negócio.

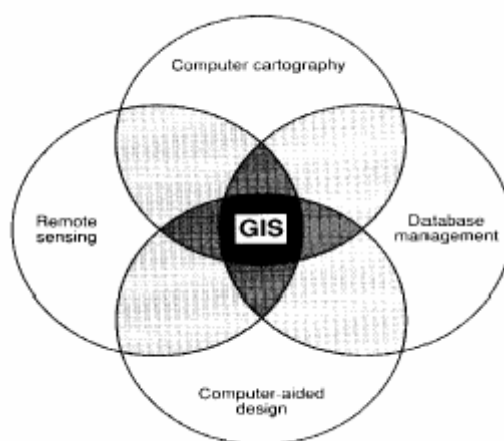


Figura 3 - Relações interdisciplinares entre SIG e outras áreas.

Fonte: MAGUIRE et al. (1991) CÂMARA et al. (2004)

Moura (2003) ressalta que uma das principais contribuições metodológicas do geoprocessamento é a possibilidade de implantar processos de análise sistêmicas. Auxiliando na aproximação entre o modelo de estudo e a realidade tais processos possibilitam lidar com uma complexa gama de variáveis. O estudo da análise sistêmica na geografia não é recente, proposta por Chorley e Hagget na década de 60, especificamente em 1967. Com o advento do geoprocessamento, a modelagem complexa de vários elementos simultaneamente pôde ser feita de maneira mais rápida assim como a definição de inter-relações entre as inúmeras variáveis que compõem o ambiente.

As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de

¹⁸ Em inglês, GIS, *Geographic Information Systems*.

Informação Geográfica, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos. (CÂMARA et. al, 2004)

No Brasil, há aceções diferenciadas ao termo original *Geographic Information Systems* (GIS) imbuídas de diferenças conceituais e metodológicas. Por alguns autores (CÂMARA & MEDEIROS, 1998; CHRISTOFOLETTI, 1999; CÂMARA et. al, 2004) é denominado de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) enquanto outros (XAVIER-DA-SILVA, 1992; 2001; MOURA, 2003¹⁹) o denominam como Sistema Geográfico de Informações (SGI).

Para Xavier-da-Silva (2001) a concepção geográfica deve ser entendida em relação ao sistema e não à informação que pode ter origens diversas e não ser estritamente geográfica. De acordo com sua análise, o SGI não é um repositório estático de informações, por isso não seria um SIG. Para este mesmo autor (2001, p.41):

Um Sistema Geográfico de Informação é, exatamente, uma estrutura especificamente destinada a operar sobre dados de diferentes origens e produzir ganho de conhecimento – informação – sobre as relações espaciais neles eventualmente identificáveis.

O SGI permite, a partir de sua capacidade de analisar relações taxonômicas e espaciais entre variáveis num contexto de percepção do ambiente como sistema, uma visão holística do meio ambiente e, através de análises sinópticas ou particularizadas, propicia a aplicação de procedimentos heurísticos a massa de dados ambientais sob investigação (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

Em Câmara et. al (2004) encontramos a definição de SIG como um conjunto de ferramentas computacionais para Geoprocessamento que permite realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Torna ainda

¹⁹ Moura (2003) adota a aceção Sistemas Informativos Geográficos, ressaltando a ligação do temo Geográfico com Sistemas e seguindo a mesma linha da interpretação de GIS como SGI.

possível automatizar a produção de documentos cartográficos. Para o autor, o termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. A principal diferença de um SIG para um Sistema de Informação convencional é sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos.

Rocha (2000, p. 210) o define como:

um sistema com capacidade para aquisição, armazenamento, tratamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanumérico. (ROCHA, 2000, p.210)

Para Bonham-Carter (1996), é um sistema computacional para gerenciar dados espaciais. Segundo este autor:

The word information implies that the data in a GIS are organized to yield useful knowledge, often as coloured maps and images, but also as statistical graphics, tables and various on screens responses to interactive queries. The word system implies that a GIS is made up from several interrelated and linked components with different functions. (...) A GIS consists of a package of computer programs with a user interface that provides access to particular functions. (BONHAM-CARTER, 1996, p.1)

Nesta mesma linha, o termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial; oferecem ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum - a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica. (CÂMARA & MEDEIROS, 1998)

Na literatura, portanto, apesar das divergências no que se refere a denominação, há a

grande convergência entre todos no que se refere ao destaque importante da espacialidade, seja na característica do dado a ser trabalhado, seja em referência ao sistema através de métodos e processos espaciais internos ao mesmo. Neste trabalho será utilizado o termo SIG dada a sua consolidação e abrangência existente na literatura técnica e científica.

Para Câmara et al. (2004) há três maneiras que se possa utilizar um SIG: como ferramenta para produção de mapas, como: suporte para análise espacial de fenômenos e um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. Estas três visões do SIG como ferramental técnico são antes convergentes que conflitantes e refletem a importância relativa do tratamento da informação geográfica dentro de uma instituição.

Atualmente, com o crescimento e a diversidade de tecnologias tornando-as cada vez mais complexas, temos nos SIG verdadeiros sistemas de informação complementar nas instituições, muitas vezes vinculados a outros sistemas de informação²⁰, sendo impossível hoje, pensar nas geotecnologias de forma estanque, isolada e individual. Ultrapassar esta visão possibilita uma melhor utilização do geoprocessamento como instrumento para a tomada de decisão.

Dentro deste contexto, é possível afirmar que as geotecnologias cresceram em importância e auxiliam na visualização e compreensão de aspectos do espaço geográfico. Entretanto, ressalta-se que, por mais que as facilidades da técnica estejam disponíveis não deve-se colocar a frente a técnica como objetivo principal e perder o foco conceitual e metodológico da análise geográfica sobre o espaço (MOURA, 2003; MARTIN, 1996; MATIAS, 2002).

²⁰ Sistemas ERP, *Enterprise Resource Planning*. Também chamados no Brasil de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial, controlam e fornecem suporte a todos os processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais da empresa. (PADILHA et. al, p. 65)

2.1.3 SIG nas Corporações

O SIG apresenta-se como um ferramental técnico que proporciona análises espaciais mais rápidas e que possibilitam orientar, induzir ou justificar ações sobre o espaço através dos agentes públicos e privados e atendendo a interesses específicos.

Seu uso instaura-se nas últimas décadas como um importante instrumento de aquisição, produção de análises e representação de informações sobre o espaço geográfico. Reúne para isso, os conhecimentos e as práticas tecnológicas oriundas de diversas áreas do conhecimento científico, representando uma síntese do poder de manipulação de dados disponibilizados pelo meio computacional (MATIAS, 2002).

Ao mesmo tempo, justifica-se esta intensa utilização dada a grande necessidade de controle do espaço geográfico. Conhecer-lo bem, possibilita ações mais eficazes, decisões mais precisas e incrementos na lucratividade.

As corporações territorializam-se no espaço e o geoprocessamento é uma das bases técnicas que propiciam esta territorialização. São difundidas através dele as práticas, normas, e ativos da empresa que possibilitam ao corpo técnico maior conhecimento do território que exploram. Induzem a transformações no espaço e territorializam práticas corporativas. Além disso, podem reduzir custos, quando bem fundamentados e implementados.

Simultaneamente, a preocupação com o meio ambiente avoluma-se e são aprofundadas as restrições e aperfeiçoados os controles às ações das empresas sobre o espaço por parte do Governo. Por outro lado, a imagem institucional/empresarial no que tange a preservação e respeito ao meio ambiente é cada vez mais relevante.

O geoprocessamento ao subsidiar as ações ambientais e propiciar a divulgação à sociedade e dentro da empresa das políticas e projetos ambientais das corporações, atende a esta conjuntura. As próprias ações que visam contornar, controlar ou mitigar os impactos ambientais têm, no geoprocessamento um suporte.

Dada esta importância, torna-se instigante discutir o incremento de utilização do SIG pelas empresas e órgãos de governo, assim como tratar dos desafios e demandas atuais.

2.1.3.1 As intensas transformações espaciais, as corporações e o SIG

As informações espaciais, ou referenciadas espacialmente (georreferenciadas) retratam efetivamente o espaço em sua configuração aparente. Estas informações são focadas e estudadas em prol de diretrizes, políticas e ações de determinados agentes sociais. Consequentemente, haverá implicações neste espaço geográfico advindas destas análises.

A partir da dialética espacial é possível tentar compreender a lógica de transformação constante do espaço geográfico, assim como interpretar os processos que incitam-na. Sua dinâmica própria e suas contradições inerentes indicam a ocorrência de fenômenos geográficos diferenciados ao longo do tempo. As corporações, inseridas neste contexto dinâmico do capitalismo moldado pela globalização, são atores importantes. Não só atuam, produzindo transformações espaciais diversas, mas também são “atingidas” sendo necessária a adaptação constante em sua forma de agir no espaço, por vezes causando maiores transformações.

No intuito de adaptar-se a esta dinâmica, um conjunto de técnicas é utilizado pelas empresas o que as fazem rever processos internos para perceber a complexidade do espaço e fundamentar suas ações a tais lógicas.

Para Santos (1996, p. 45), “as técnicas participam na produção da percepção do espaço, e também da percepção do tempo, tanto por sua existência física, que marca as sensações diante da velocidade, como pelo seu imaginário.”

Os Sistemas de Informação têm como objetivo a melhora de processos internos no sentido de aperfeiçoar o trabalho aumentando sua rentabilidade. A utilização do computador em si, já tem como finalidade rentabilizar ao máximo o tempo (CHESNAUZ, 1996;

SANTOS, 1996).

Os Sistemas de Informação Geográfica nas corporações incorporam a mesma lógica, agregar valor aos processos internos, em função da espacialidade que torna-se cada vez mais necessária. Na visão de Matias (2002, p. 5), não somente o SIG, mas

(...) as geotecnologias, no seu sentido mais abrangente contemplando a Cartografia Digital, o Sistema de Posicionamento Global (GPS), o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas (SIG), fazem parte do conjunto de objetos e de ações necessárias à (re)produção do espaço geográfico na atualidade, daí sua utilização e análise constitui elementos primordiais para a compreensão desse processo.

O atributo espacial, em especial, aumenta em importância para as corporações, principalmente as que possuem unidades que estejam difundidas pelo território. A posição dos ativos (ou futuros ativos), capital fixo²¹ necessário para a reprodução e ascensão capitalista, é valorizada, seja no intuito de aferir sua viabilidade num determinado espaço, seja estudar possíveis impactos do mesmo ao seu redor.

O espaço, em constante alteração, incita a sua constante redescoberta. Onde é melhor investir neste novo contexto? Quais são as possíveis áreas de atuação da empresa, num futuro próximo? Tais questionamentos atribuem à questão espacial, fundamental importância. Poder perceber o espaço, entender sua dinâmica e ser pró-ativo é necessário para o próximo passo empresarial.

Para Matias (2002), a tecnologia SIG vem sendo adotada tanto por usuários individuais como pelas grandes corporações, subsidiando desde estudos localizados em pequenas áreas até a escala global. Além disso, contempla os temas mais diversos, desde pesquisas de caráter básico e prospectivo até atividades de monitoramento em “tempo real”.

Esta ávida necessidade por informações já coletadas ou existentes denota que o conhecimento facilita a territorialização da empresa. Aperfeiçoa seu domínio, na medida em que numa competição, a posse de dados e informações confiáveis, pode proporcionar uma

²¹ Voltando às contribuições de Soja (1993), Harvey (1996), Santos (1999)

melhor rentabilidade; um preço mais competitivo para determinado produto ou serviço; uma concessão de serviço; um melhor controle do espaço, ou daquele espaço.

A atuação da grande corporação se refere a uma expressão concreta de poder em seus domínios, implicando grandes montantes de capital fixo e a mobilização de uma linguagem específica. Nessa prática podem ser reconhecidas finalidades econômicas e de controle fisicamente circunscritas a um território mas, representando elos ou extensões de um patamar superior de gestão, sediado no país ou no exterior (DAVIDOVICH, 1991).

Na verdade, a grande corporação atua fortemente na gestão do território²². Esta gestão possui uma historicidade que se traduz em agentes sociais e práticas sociais distintas, historicamente variáveis indicando a gestão das diferenças espaciais (CORRÊA, 1992).

É notável a maior acessibilidade dos lugares²³ através de um espaço reticulado por densas redes de transporte e comunicações. Na visão de uma organização, o “onde” tornou-se imprescindível. A preponderância de técnicas que indiquem os melhores lugares para investir e articulem uma gestão do território alicerçada nestas, torna o geoprocessamento, em especial o SIG, fundamental no contexto empresarial e corporativo atual.

A posição empresarial em sua ação no espaço geográfico, a respeito das vantagens ou desvantagens de determinado lugar, traduz-se na intensificação do processo de desterritorialização e reterritorialização, implicando, por vezes em multiterritorialidades superpostas.

De acordo com Hasbaert²⁴ (2001, p. 1774) esta multiterritorialidade é a “consequência e pré-condição da flexibilidade das relações sociais, incluindo as contradições da reprodução capitalista pós-fordista”. O autor acrescenta que, ao invés da aparente desterritorialização,

²² Tem por fundamento a criação e controle da organização do espaço, viabilizando a existência e a reprodução do conjunto da sociedade. (CORRÊA, 1992)

²³ Indicando, inclusive, uma “guerra dos lugares” (SANTOS, 1996)

²⁴ O autor apresenta uma concepção de território envolvida tanto pela dimensão simbólica e cultural quanto pela de caráter político-disciplinar quando o considera em função da apropriação e ordenação do espaço como forma de domínio e disciplinarização dos indivíduos.

“baseada na mobilidade crescente que rompe com a fixidez que tradicionalmente era uma das marcas da territorialidade” (2001, p.1772) o que se pode perceber hoje é uma constante dinâmica de desterritorialização e reterritorialização ocorrida em múltiplas escalas concomitantemente.

2.1.3.2 Os benefícios do SIG para a corporação

Na literatura encontramos relevantes discussões travadas à luz das crises paradigmáticas existentes na atual fase capitalista (ALTVATER, 1999; GONÇALVES, 1996; LIPIETZ, 1991; ANTUNES, 2001; HARVEY, 2004). Seja sob a ótica econômica ou do trabalho, cultural ou ecológica, é evidente o período de contradições intensas. Nem todas as respostas são claras e, simultaneamente, passamos por um período de reafirmação e reestruturação com a expansão em nível mundial da globalização.

Sob o viés ambiental, a crise é visível e crescente (ALTVATER, 1999; MOREIRA, 1999, GONÇALVES, 1996). A discussão em escala mundial do problema é uma realidade. As legislações ambientais, mais rígidas, impelem as empresas a incorporarem esta vertente em suas estruturas de decisão. À medida que o atual modelo de consumo e produção se expande através do espaço reticulado e fundamentado na técnica, maiores são os impactos no meio ambiente.

De modo que, embasados também nesta transformação do espaço, a partir da degradação ambiental, ficam nítidos os contornos da emergência, dentro das organizações, de políticas ambientais e da implantação de técnicas que possibilitem o estudo de inúmeras variáveis para atender ao contexto ambiental de apreensão da realidade.

A possibilidade, advinda do geoprocessamento, de conhecimento do espaço e proposição, a partir de estudos, de medidas mitigadoras de impactos faz dele uma técnica incorporada à lógica empresarial para atender às demandas ambientais.

Nos estudos de viabilidade técnica do setor de infra-estrutura como, por exemplo, redes elétricas, de gás e de água é importante saber, dentro de uma margem razoável de erro, qual é a melhor alternativa de traçado. Para isso, conhecer o espaço é fundamental, assim como sua dinâmica. Em se tratando de áreas urbanas, por exemplo, cujos potenciais de crescimento sejam altos, a definição errônea, pode causar impactos futuros que, inclusive, inviabilizem o projeto.

Para o corpo técnico das companhias que utilizam várias bases de dados e buscam a transformação destes dados em informações e conhecimento sempre ocorre a dificuldade em se enxergar através de linhas e colunas as avaliações de pertinência, proximidade ou conectividade para o estabelecimento de parâmetros de análise como: diferenças, semelhanças e padrões , tendências ou exceções nos dados em questão. O trabalho de adequação dessas várias bases para o tratamento das informações disponíveis tornou-se mais eficiente com a utilização de soluções baseadas em SIG.

A possibilidade de tratamento das bases de dados como *layers* de informações e sua transformação em imagens com cores, símbolos ou grafia diferenciada e ainda geograficamente desenhados em um mapa digital resultam na definição de mapas inteligentes com uma apresentação da informação com muito maior poder de visualização e análise. Isto diminui custos, melhora resultados, otimiza projetos e viabiliza novas análises. (PEREIRA, 2003)

O SIG permite o afloramento de relacionamentos não explícitos entre elementos, advindos da simples relação posicional entre eles. A facilidade cada vez maior de se modelar a característica geográfica das entidades em ambientes tradicionais de modelagem de objetos e de processos facilitou essa integração. (FRANCISCO, 2003)

Outra vantagem imediata do SIG é a facilidade como os dados armazenados podem ser consultados e disponibilizados aos usuários, partindo-se do princípio que grandes

corporações possuem redes que interligam suas unidades descentralizadas num ambiente de maior fluidez do espaço. Tem-se, na rede, a base material para difusão de tecnologias para toda a estrutura organizacional.

A partir de tecnologias via web, como a Internet e a Intranet, a disponibilização do ambiente SIG pode ser ainda mais difundida a custos mais baixos, já que não são necessárias licenças específicas de softwares de análise para os usuários. Seu acesso é feito através de navegadores o que facilita a disponibilização de dados e informações. O nível de conhecimento entre as áreas técnicas e os escritórios ou sedes das empresas pode ser equalizado. Mesmo para os usuários especialistas²⁵ situados em áreas remotas a disponibilização dos softwares desktop também é possível com o aprimoramento tecnológico das redes, mesmo com a infra-estrutura do SIG estando situada na sede da corporação, a milhares de quilômetros de distância. Os aparatos tecnológicos se completam e possibilitam a difusão de informações espacializadas ou não pelas redes, de forma quase instantânea.

Neste contexto, o conhecimento do negócio da empresa, se difunde através dos Sistemas de Informação Geográfica. Ao disponibilizar no cerne empresarial a sua área de atuação cria-se no corpo de funcionários uma identidade corporativa no que se refere ao território de atuação da empresa. Práticas sociais e ambientais difundem-se de acordo com a lógica territorial junto à sociedade, ao Estado, e às instituições.

Em se tratando de geoprocessamento, o crescimento de variedade de softwares ou módulos de software com escopos diferenciados é intenso. Desta forma, normalmente convivem em grandes empresas inúmeros programas propiciando, em diferentes áreas técnicas, a execução de funções ou objetivos específicos. Mesmo no que se refere ao SIG, em especial, é possível conviverem soluções corporativas e departamentais baseadas em diferentes fornecedores e com objetivos específicos. Neste contexto, com o andamento dos

²⁵ Usuários responsáveis por análises espaciais.

projetos é notório que a análise do espaço, passa a ocorrer de forma simplificada e segmentada pelos diversos setores da corporação.

Esta percepção segmentada torna-se diversas vezes insuficiente. Há a necessidade de uma maior integração entre os setores para um melhor andamento e acompanhamento dos projetos em função também de uma imposição do mercado por competitividade. A análise holística do espaço torna-se imperativa, em meio à globalização. Incorpora-se a complexidade e algumas das muitas contradições existentes no espaço ao olhar do profissional, em especial o geógrafo, impossibilitando a superficialidade e aprimorando o entendimento do por que, do como e do quando.

Os SIG, convergindo em função dos objetivos, mas divergentes no que se refere à integração, necessitam ser integrados. O papel da interoperabilidade emerge como uma demanda tecnológica necessária para eliminar o abismo entre os diferentes softwares, apesar de existirem inúmeros processos de conversão.

O fundamento da interoperabilidade é a leitura, sem necessidade de processos de conversão de dados geográficos, de maneira direta entre SIG distintos. A esta demanda somam-se outras como: a disponibilização de serviços de dados geográficos diretamente das fontes oficiais via internet; a adoção por softwares livres; a expansão de dados geográficos, inclusive imagens de satélite de alta resolução para o público de forma gratuita via internet; dentre outras.

Esta “interoperabilidade”, ao implementada, pode possibilitar aos profissionais transcender os limites exclusivos dos softwares, alcançando, por exemplo, um melhor alinhamento das ações entre especialistas e a construção de projetos com outras variáveis (não antes possível dada a falta de interligação de um determinado setor) que acabam culminando na integração de setores dentro da empresa, possibilitando ações com maior eficácia e um conhecimento mais efetivo sobre o território corporativo.

2.1.4 A interoperabilidade

Historicamente, os softwares de geoprocessamento seguiram caminhos distintos desde seu desenvolvimento inicial, por volta da década de 80. Até meados dos anos 90, os SIG foram desenvolvidos de forma independente segundo tecnologias proprietárias. O segredo do negócio estava justamente na forma de armazenamento, recuperação e processamento dos dados espaciais. Estas ilhas de informação dificultavam o compartilhamento dos dados, funcionalidades e poder de processamento. (EGENHOFER, FEGEAS & GOODCHILD, 1997 apud MELO, 2005)

Devido a estas formas de armazenamento, acesso e organização dos dados espaciais próprias havia impeditivos ao intercâmbio de dados. O aumento em importância e utilização dos SIG, por diversos órgãos e empresas, suscitou um questionamento: como intercambiar dados?

O caminho inicial na integração dos SIG foi a utilização de conversores de dados. Os arquivos de um determinado fabricante de SIG eram convertidos para o formato que o outro fabricante pudesse ler. Surgiram também formatos padrão de dados (DXF, GML, VPF, SHP) que facilitaram o intercâmbio de dados entre os SIG. Não havia interação entre os sistemas e o que se buscava era o acesso aos dados. (FONSECA, 2001 apud MELO, 2005). Além disso, ressalta-se a demora do processo e a deterioração da qualidade do dado. Portanto,

GIS information is represented differently by different GIS vendors, and some vendors keep their representations private. Therefore, GIS information cannot be passed between vendor environments without a careful translation. The translation can either be direct, or through a third "neutral" and open representation of the GIS information. In either case, the process is slow and tedious. Worse, the translation process is likely to be the source of information loss stemming from the difficulties encountered when one tries to express the information held in one computer representation using the structures available in another. For example, one GIS may have a special "type" to express the curve of a freeway ramp that another GIS must model with a sequence of short straight lines. (OGC, 2004, p. 2)

O conceito de interoperabilidade, comum no linguajar técnico referente às tecnologias

da informação, tornou-se objeto de discussão pela comunidade científica ligada ao geoprocessamento, em especial ao SIG. Vários autores (CÂMARA & MEDEIROS, 1998; DAVIS, 2001; OGC, 2004; CÂMARA et al., 2005; DAVIS 2006) destacaram durante os anos 90 a importância do tema como um desafio para o “futuro das geotecnologias” no novo século, colocando-a junto a outros temas de relevância para o avanço tecnológico do geoprocessamento.

Podemos definir interoperabilidade entre softwares como sendo:

(...)ability of locally managed and heterogeneous systems to exchange data and instructions in real time to provide *services*. Interoperable systems are generally *distributed* (i.e., at different places on the network), though in OGC's case, interoperability also applies to different types of systems or similar systems from different vendors communicating while running on the same computer. The interoperability challenge, successfully met by means of consensus reached in inclusive consensus processes, is to balance the users' need for compatibility with the autonomy and heterogeneity of the interoperating systems. (OGC, 2005, p. 4)

Entretanto, seu conceito vai além da simples troca de informações geográficas em ambientes de softwares distintos. Incorpora também, por exemplo: recursos humanos, usuários e processos. Conforme OGC (2004, p.1)

"Interoperability" is a term that is used so often and loosely in the computer industry that it has almost lost its meaning. What I mean by "interoperability" is the freedom to mix and match components of an information system without compromise of overall success. The components of an information system include: software, hardware, networks, data, workflows, processes, human interfaces, users, and training. Of course, using this definition, interoperability does not exist in the realm of geodata, yet.

De acordo com a norma ISO 19119²⁶, interoperabilidade é a capacidade de comunicar, executar programas ou transferir dados entre várias unidades funcionais de modo que requeira do usuário pouco ou nenhum conhecimento das características particulares de cada uma das unidades. Um dos fundamentos desta implementação é permitir ao usuário final do SIG a

²⁶ “ISO 19119 identifies and defines the architecture patterns for service interfaces used for geographic information, defines its relationship to the Open Systems Environment model, presents a geographic services taxonomy and a list of example geographic services placed in the services taxonomy.” (ISO 19119, 2005)

manipulação da informação geográfica de forma transparente.

De acordo com Davis (2006), seguindo a tendência dos Sistemas de Informação Geográfica tornarem-se mais abrangentes, há grandes avanços no que se refere à interoperabilidade. A partir da ampla aceitação, por parte das empresas desenvolvedoras de softwares de gerar padrões de codificação e transmissão de informação geográfica, já indicam as tentativas de criar em um ambiente bastante heterogêneo com o compartilhamento de dados entre diferentes softwares e bancos de dados.

Os avanços tecnológicos neste campo foram significativos com a especificação de padrões, mas outras estratégias no que se refere à interoperabilidade são hoje bastante discutidas. O estabelecimento de uma Infra-estrutura de Dados Espaciais²⁷, o compartilhamento de metadados, o estabelecimento de ontologias²⁸ e o acesso a serviços de geoprocessamento via web são outras estratégias que buscam a interoperabilidade em âmbitos diferenciados. Atualmente, juntamente com o estabelecimento de padrões de armazenamento e acesso de dados geográficos, são alvo de inúmeras discussões em publicações especializadas.

Os diversos softwares encontrados atualmente no mercado agregam funcionalidades diversas e bem desenvolvidas. No entanto, possuem particularidades e especificidades que os

²⁷ “As Infra-Estruturas de Dados Espaciais (IDEs) são esforços para garantir a disseminação e utilização de dados geográficos, e podem ser constituídas em níveis local, nacional, regional e global.” (CAMBOIN, 2007, p.22)

²⁸ O universo ontológico, onde incluem-se os conceitos da realidade a serem representados no computador, na maior parte dos sistemas de informação atuais, não estão explicitadas, o que reduz o potencial de compartilhamento da informação. Segundo Câmara, Casanova, Davis et al. (2005, p.9):

“Uma geo-ontologia é um conjunto de conceitos e um conjunto de relações semânticas e espaciais entre estes termos. Cada conceito tem um nome, uma definição e um conjunto de atributos. O conjunto das relações semânticas inclui as relações de sinonímia, similaridade, e hiponímia (também dito especialização: “hospital é um tipo de prédio”).”

Com o surgimento e a difusão da Internet, os dados puderam ser disseminados de forma ampla e para um público heterogêneo. Com isso, a necessidade de explicitar as ontologias utilizadas tornou-se extremamente necessário. A partir de intensas pesquisas existem vários sistemas disponíveis na Internet para criação e gestão de ontologias, como o Protegé (NOY et al., 2001 apud CÂMARA, CASANOVA, DAVIS et al., 2005). Para dados geográficos, o consórcio OGC (“Open Geospatial Consortium”) propôs o formato GML como mecanismo de descrição de ontologias geográficas.

diferenciam atendendo a nichos de mercado. Sob o ponto de vista do usuário do programa, há a necessidade de se considerar seus aspectos positivos e negativos de acordo com os objetivos de seus usuários em função da necessidade em projetos específicos. Isto ocasiona a utilização de diferentes softwares que atendem a demandas específicas de setores em grandes corporações.

A convivência, por exemplo, de SIG corporativos e locais baseados em fabricantes diferentes e com metodologias específicas, é corriqueira em empresas de grande porte. Dependendo do objetivo do projeto em SIG, vários requisitos são observados para a escolha acertada de software, ou do conjunto de soluções a serem utilizados. Além disso, recursos humanos, hardware, entre outros também devem ser compatíveis com os objetivos previamente definidos (FERRARI, 2003).

2.1.5 A padronização de dados geográficos

A demanda por compartilhamento de informações geradas em ambientes diferentes gerou a necessidade de criar padrões que permitissem tornar os dados interoperáveis, ou seja, acessáveis por qualquer software independentemente de sua geração inicial.

A definição de padrões e a busca por compartilhamento dos dados geográficos resulta em economia de tempo e democratização de sua utilização. Existem duas importantes organizações mundiais que estudam a padronização no mercado de geoprocessamento: a *International Organization for Standardization* (ISO) e o *Open Geospatial Consortium* (OGC).

A ISO, fundada em 1947 e com 156 países participantes atualmente, possui um comitê especial para a normatização de dados geográficos digitais (ISO/ TC 211) que está envolvido em projetos de modelagem de dados geográficos, metadados, referências espaciais e outros.

Já a OGC é uma organização internacional sem fins lucrativos, que lidera o

desenvolvimento e padronização de conteúdos nas áreas geoespacial e de serviços baseados em localização (LBS). Até dezembro de 2007 o número de membros chegou a 335, dentre eles empresas e órgãos governamentais, companhias privadas e universidades que participam por consenso na definição de especificações de interfaces abertas, ou seja, disponíveis publicamente, e padrões de intercâmbio de dados.

É através das discussões no âmbito da OGC que as empresas de geotecnologias reúnem esforços para estabelecer padrões que, ao serem adotados, criam sistemas interoperáveis. Dentre as partícipes do consórcio, podem ser citadas: grandes empresas de tecnologia da informação (Microsoft, Oracle e Sun) e corporações que desenvolvem SIG (ESRI, Autodesk, Bentley, MapInfo e Intergraph).

As especificações OpenGIS, uma marca registrada do OGC, servem de apoio para soluções interoperáveis que habilitam os serviços geográficos para ambiente web, wireless, LBS e tecnologia da informação. Através da definição de padronizações e procedimentos, o OGC auxilia os produtores e usuários de geotecnologias no acesso, manipulação e exploração de dados geográficos, independentemente de qual sistema ou software eles utilizam. (OLIVEIRA, 2007, p. 20)

Dentre as mais destacadas especificações estão: Geography Markup Language (GML), Web Feature Service (WFS), Web Map Service (WMS), Web Coverage Service (WCS), OpenGIS Catalog Service, Simple Feature Specification (SFS) e outras.

2.1.6 O geoprocessamento e a simplificação da realidade

Em uma realidade específica e com um foco de análise pré-determinado, um mapa é competente para representar de forma inteligível processos, tendências, formas, ou funções espaciais de acordo com necessidades embora momentâneas e restritas espacialmente. Sob este contexto, um mapa pode ser considerado completo, na medida em que atende a uma

demanda prévia. Entretanto, quando partimos do pressuposto que a totalidade do espaço geográfico é extremamente complexa, o mapa apresenta-se como a redução desta a fim de atender a um foco proposto pelo seu idealizador e que estará relacionado com um determinado objetivo traçado previamente. Não é possível inadvertidamente aceitar a realidade apresentada pelo SIG como uma reprodução do mundo real (ROBERTS E SHEIN, 1995 apud MATIAS, 2004) já que as dimensões tempo e espaço são concomitantes e descontínuas e a análise a partir do geoprocessamento apresentar-se-á em constante alteração.

O levantamento de um ambiente em uma determinada ocasião será forçosamente um corte nas dimensões temporal e espacial assumidas pela pesquisa e orientadas pelos objetivos propostos. (XAVIER-DA-SILVA, 2001, p. 21).

As geotecnologias reproduzem determinada visão de uma dada realidade já que torna-se difícil refletir todos os aspectos espaciais, por questões diversificadas como: a escala, a extensão dos processos sociais, dentre outros fatores. Entretanto, ressalta-se que onde há uma maior integração de dados de natureza diversa, mas que fundamentem uma análise espacial integradora provavelmente haverá uma melhor análise pelo profissional na medida que este poderá contar com mais variáveis penetrando profundamente num determinado contexto.

Conseqüentemente, a resposta, que normalmente se dá através de ações sobre um dado lugar, será mais assertiva em função deste estudo mais completo. Neste ínterim deve-se lembrar que a maior contribuição do SIG para um determinado agente social é o subsídio que ele possibilita em relação à tomada de decisão.

Além disso,

Nós não podemos interrogar as imagens e tecnologias com uma atenção simplesmente para sua habilidade de refletir acuradamente uma porção da superfície da terra (em termos de resolução, escala, extensão de cobertura, etc), mas na condição de indagar questões sobre as mensagens que elas contêm relativas ao mundo socioespacial, nossa interpretação disso, e nossa reprodução contínua disso por práticas espaciais. (ROBERTS E SHEIN, 1995 apud MATIAS, 2004, p. 8)

Uma das funções primordiais dos Sistemas de Informação Geográfica é possibilitar

um melhor entendimento do espaço geográfico em dada realidade e ir mais adiante, contribuindo na definição de ações a serem implementadas a partir desta nova visão do espaço.

A análise contínua, com base nas geotecnologias, possibilita o armazenamento de dados, alimentando um histórico de informações no banco de dados que, quando cruzadas, dão subsídios para análises melhor elaboradas e ações mais efetivas. Também propicia aos técnicos antever problemas e atuar pró – ativamente.

Ressalta-se, portanto que, a utilização deste ferramental técnico, propicia perceber diferentes processos, formas e funções espaciais. Entretanto, deve-se enfatizar o caráter superficial das geotecnologias já que não dão conta da complexidade contida no espaço. Apesar disso, facilitam sua compreensão e se tornaram instrumentos decisivos na transformação do espaço. As diversas contribuições²⁹ que indicam a necessidade de não submeter a ciência (Geografia) em função do instrumento, o geoprocessamento, são válidas. O olhar do especialista não pode prescindir disto, assim como não deve ser simplificador e estático perante os resultados obtidos por mais que a força da técnica o auxilie a fazer isto.

²⁹ XAVIER-DA-SILVA (2001), MATIAS (2002), MOURA (2003), MELGAÇO (2005), SILVEIRA (2006)

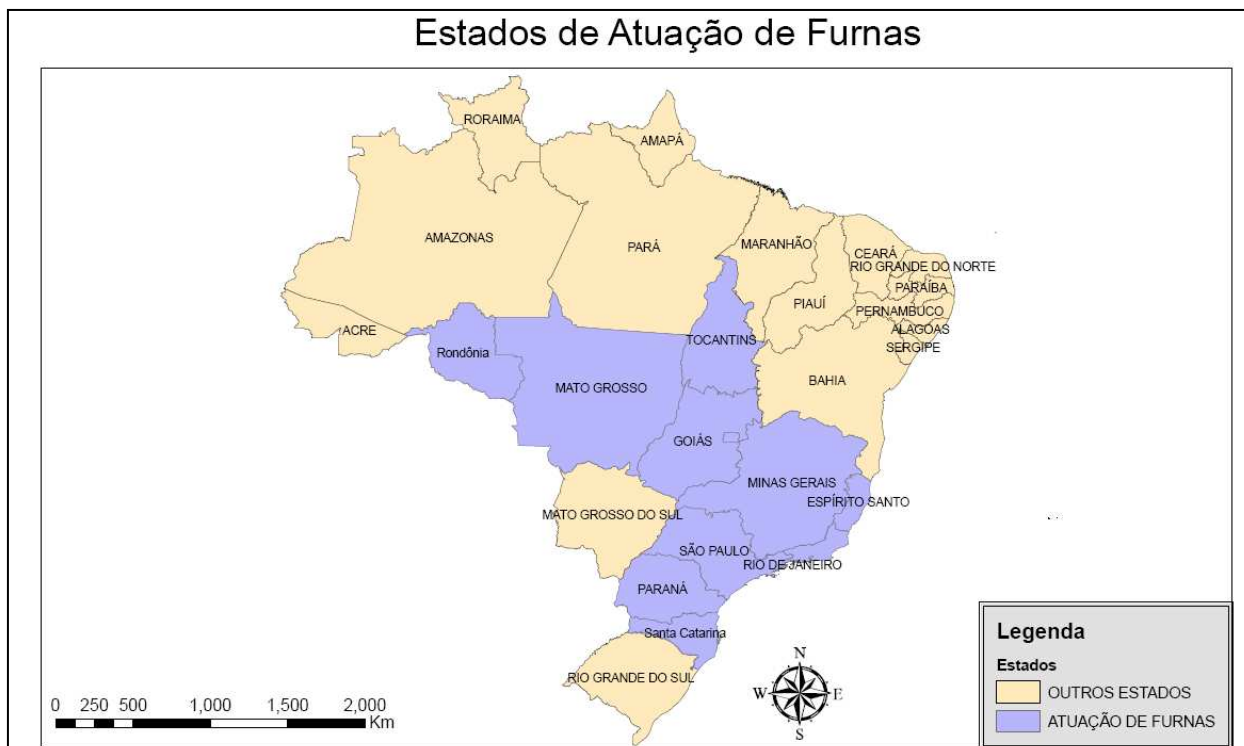
3 FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS COMO OBJETO DE ANÁLISE

3.1 *A Empresa*

Furnas Centrais Elétricas S.A. é uma empresa de administração indireta do Governo Federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia e controlada pela Eletrobrás. Sua missão é atuar como empresa do ciclo da energia elétrica, ofertando produtos e serviços para a sociedade.

A visão de Furnas é ser empresa de excelência em seu segmento contribuindo para o bem-estar da sociedade, o desenvolvimento tecnológico do país e a conservação do meio ambiente.

De abrangência nacional, atua em vários estados da Federação, estando presente no Distrito Federal e nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Paraná e Rondônia (Mapa 1). Com um complexo de onze usinas hidrelétricas e duas termelétricas, totaliza uma potência de 9.467 MW. Conta, ainda, com 19.277,5 km de linhas de transmissão e 46 subestações, garantindo o fornecimento de energia elétrica em uma região onde estão situados 51% dos domicílios brasileiros e que responde por 65% do PIB nacional. (FURNASa, 2007)



Mapa 1– Mapa da área de abrangência dos empreendimentos de Furnas.

Desde quando foi inaugurada em 28 de fevereiro de 1957, em um Brasil essencialmente rural, pelo presidente Juscelino Kubitschek, até hoje, quando está envolvida na construção de 7 novas hidrelétricas³⁰ e 6 novas linhas de transmissão³¹, mostrou-se uma Empresa estratégica para o governo e para o país. Em todo este período grande parte de toda a energia necessária ao Sudeste brasileiro e ao Sistema Interligado Nacional³² circulou nas linhas de transmissão de Furnas.

Inicialmente fundada como Centrais Elétricas de Furnas, a empresa tinha o objetivo de construir nas Corredeiras das Furnas, no Rio Grande, estado de Minas Gerais, a Usina de Furnas (1.216 MW de potência). Naquela época, o então presidente, Juscelino Kubitschek,

³⁰ Usinas de Batalha, Baguari, Simplício, Foz do Chapecó, Retiro Baixo, Serra do Facão e Santo Antônio.

³¹ Linhas de Transmissão: Furnas-Pimenta II, Macaé-Campos III, Tijuco Preto-Itapeti-Nordeste, Irapé-Araçuaí II, Itutinga-Juiz de Fora e Santa Cruz-Zin.

³² O Sistema Interligado Nacional (SIN) é um sistema de coordenação e controle, formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte, que congrega o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil, que é um sistema hidrotérmico de grande porte, com predominância de usinas hidrelétricas e proprietários múltiplos, estatais e privados. (ANEEL, 2008)

apresentava o slogan 50 em 5 e determinava um Plano de Metas que estabelecia 31 objetivos a serem alcançados, priorizando os setores de energia, transportes, alimentação, indústria, educação e a construção de Brasília.

O grande crescimento da indústria na época já alertava para a necessidade de investimentos no setor de energia. Havia reduzida oferta de energia que poderia ser um obstáculo para a expansão econômica. A fim de atender a esta demanda, Juscelino buscou suporte no poder público para evitar que o déficit viesse a acontecer, já que o crescimento da capacidade instalada de geração evoluía a taxas inferiores às da economia. O acelerado crescimento, grande parte concentrado na região Centro-Sul, indicava a necessidade de obras que adicionassem pelo menos 1.000 MW de energia. Este número representava, na época quase um terço da capacidade total instalada do Brasil. É neste contexto que a Usina de Furnas surgiu como alternativa estratégia para responder à forte industrialização.

Com as obras iniciadas em 1958, este empreendimento, considerado, na época, como o maior em andamento da América Latina, exigiu a contratação de profissionais estrangeiros e 4 mil operários que trabalharam de 1958 a 1963 para construí-la.

Em 1965 a Empresa já estava incumbida da construção de outro empreendimento no Rio Grande, a Usina de Estreito, atual Luiz Carlos Barreto de Carvalho, situada na divisa entre São Paulo e Minas Gerais. Após dois anos, Furnas se tornaria responsável por mais duas usinas, a Termelétrica de Santa Cruz³³ (560 MW) e a Usina de Funil (216 MW), incorporadas a Furnas após pertencerem à Companhia Hidrelétrica do Vale do Paraíba (Chevap); e várias linhas de transmissão que totalizavam 688 quilômetros. Consolidava-se como uma grande Empresa do setor elétrico brasileiro.

Na década de 70 finalizou as usinas de Porto Colômbia (em 1973), 320 MW, Marimbondo (em 1975), 1.440 MW, e absorveu Mascarenhas de Moraes (em 1973), 476

33 Inicialmente 160 MW que foram ampliados para 560 MW em 1973

MW, todas no rio Grande. Além disso, incorporou as usinas termelétricas de São Gonçalo e Campos, no Rio de Janeiro; iniciou a construção da usina nuclear de Angra I (1972) e recebeu a incumbência de erguer linhas de transmissão que transportariam a energia gerada pela Usina de Itaipu (1973), a maior do mundo, ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Este viria a ser o primeiro sistema de transmissão da América Latina em corrente contínua (+- 600 kV).

Na década de 80, ao mesmo tempo que colocava em operação comercial a maior usina do Sistema Furnas, a de Itumbiara (2.082 MW) em 1981, e a usina nuclear de Angra I (657 MW), em 1985, passa a se intensificar a consciência e preocupação com o meio ambiente por parte da sociedade e, a Empresa, que já na década de 70 tinha adotado algumas estratégias para mitigar impactos em alguns de seus projetos³⁴, implanta, em 1983, sua primeira estrutura formal para lidar com a questão ambiental de forma relacionada aos empreendimentos.

Pouco tempo antes, em 1981, houve a promulgação da lei que estabelecia as diretrizes da Política Nacional de Meio Ambiente e instituía o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), representando um marco legal e um ponto de partida no tratamento da questão ambiental no país.

Anos mais tarde, em 1986, foi determinado pelo CONAMA que as atividades modificadoras do meio ambiente dependeriam da elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), a serem submetidos às entidades ambientais de âmbito federal e estadual. Entre estas atividades estão as obras de transmissão de energia elétrica acima de 10 MW. No ano seguinte o CONAMA regulamentou o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos, incluindo os do setor elétrico, e institui a obrigatoriedade de três licenças ambientais: a Licença Prévia (LP), para dar início a execução do projeto básico; a Licença de Instalação (LI), como pré-requisito para o início das

³⁴ Na década de 70, precisamente em 1975, foi criada na Usina de Furnas um centro de piscicultura para repovoar os reservatórios da Empresa nos rios Grande e Paranaíba. A estação tem, ainda, a finalidade de realizar o monitoramento do ambiente aquático e das espécies de peixes. Outra ação diz respeito ao salvamento de animais ilhados ou refugiados nas copas das árvores durante o fechamento da barragem do reservatório da Usina de Marimbondo, no mesmo ano. (FURNASa, 2007, p. 26)

obras; e a Licença de Operação (LO), destinada ao enchimento do reservatório, no caso de projetos hidrelétricos, e operação comercial, no caso de empreendimentos termelétricos e sistemas de transmissão e distribuição de energia.

Concomitantemente à absorção pela Empresa de tais responsabilidades, os desafios prosseguiram. Além dos dois circuitos de corrente contínua, em 600 kV, coube também a Furnas construir e operar outros três circuitos de corrente alternada de 750 kV que, assim como os primeiros, transmitiriam a energia gerada por Itaipu, que havia sido inaugurada em 1984. Os circuitos de corrente contínua entraram em operação em 1984 e 1988, enquanto os de corrente alternada foram concluídos em 1986 (as duas primeiras linhas de transmissão de 750 kv) e 1989. As linhas e subestações implantadas pela Empresa para transportar a energia de Itaipu compõem um dos mais complexos sistemas de transmissão em todo o mundo.

Em 1998 inaugurou o primeiro empreendimento energético nacional em parceria com a iniciativa privada, a Usina de Serra da Mesa, em Goiás. Em 2002, colocou a segunda, terceira e quarta unidades de geração da Usina de Manso (212 MW), no Mato Grosso. Já em 2006 entrou em operação comercial a Usina Peixe Angical (452 MW), uma parceria Público-Privada (PPP) entre Furnas (40%) e o grupo português EDP (60%), resultando numa potência total instalada na Empresa de 9.467 MW. Ao considerarmos os novos empreendimentos conquistados, Furnas, se tornará a principal geradora de energia elétrica brasileira.

Após cinco décadas de criação, a Empresa mostrou-se determinada em crescer, modernizar-se a adaptar-se às contemporaneidades que surgiram neste período. Atualmente, convive de maneira eficaz no competitivo modelo do Setor Elétrico Brasileiro, com o reconhecimento internacional da excelência de seus serviços.

Dada a sua grandeza em termos territoriais, em volume de ativos e grandes projetos de importância nacional, a Empresa não pode prescindir de ativos georreferenciados e informações integradas e confiáveis. Necessita de grande interação entre os órgãos internos

para o andamento de projetos vitais para a empresa nas áreas de planejamento, engenharia, construção e operação tanto de linhas de transmissão de energia de alta potência, quanto de subestações e usinas hidrelétricas e termelétricas para atender a demanda dos Estados onde atua.

As empresas de energia elétrica exploram três diferentes áreas comerciais: distribuição, transmissão e geração. Entretanto, Furnas atua somente nas de transmissão e geração. De forma simplificada, pode-se dizer que, após ser gerada em regiões normalmente distantes dos principais centros consumidores, a energia é transmitida a grandes distâncias para subestações. Deste ponto, são repassadas às distribuidoras que alimentam a quase totalidade de consumidores residenciais, comerciais e industriais.

Empresas como Furnas possuem poucos clientes, dentre os quais as próprias empresas de distribuição e grandes consumidores que requerem volumosa quantidade de energia, normalmente, estabelecimentos industriais de maior porte.

A atuação de Furnas no espaço geográfico é ampla, dados os vários empreendimentos de geração e a extensa rede de transmissão. Por isso, uma corporação cuja penetração no território brasileiro atinja áreas urbanas ou rurais, normalmente tem dificuldade de manter comunicação, com nível adequado de serviço, entre suas unidades de campo e seus escritórios centrais. E, portanto, implementa tecnologias que a auxiliem na gestão de seu território, assim como, na execução de projetos. No caso específico do geoprocessamento, há grande utilização em estudos de viabilidade de empreendimentos e definição de traçado de Linhas de Transmissão, e para fundamentar o aperfeiçoamento do suporte ambiental aos projetos em andamento e em operação.

Uma empresa do porte de Furnas consubstancia-se num excelente exemplo para ensaios acadêmicos, dado seus avançados projetos em geoprocessamento e meio ambiente e sua grandeza em termos nacionais demandando dados precisos, confiáveis e íntegros a serem

acessados por vários técnicos em diversas áreas.

3.2 Estrutura Organizacional e de decisão

A estrutura decisória de Furnas Centrais Elétricas divide-se, basicamente, em quatro níveis: diretorias, superintendências, departamentos e divisões. Na posição hierárquica superior é composta por cinco diretorias vinculadas à Diretoria da Presidência: Engenharia (DE), Construção (DC), Financeira (DF), Gestão Corporativa (DG) e Operação do Sistema e Comercialização de Energia (DO).

As superintendências vinculam-se às diretorias e têm departamentos e suas respectivas divisões sob sua responsabilidade. As assessorias podem, dependendo de sua posição hierárquica, estar em nível de departamento ou superintendência. O organograma principal da Empresa está especificado na Figura 4 .

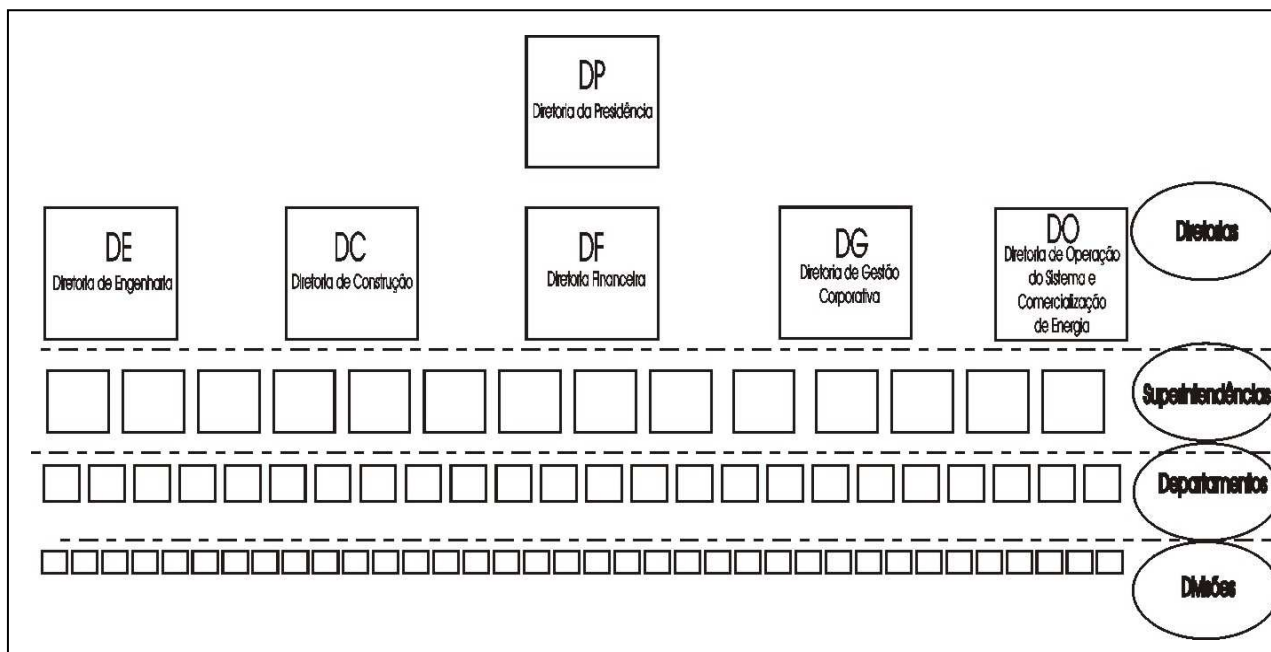


Figura 4 - Organograma principal de Furnas Centrais Elétricas S.A.

Especialmente, em nossa análise, nos ateremos ao âmbito da APIE, Assessoria de

Planejamento da Informação, onde chegam as demandas por análises espaciais de diversos setores de várias diretorias. Estes órgãos utilizam o componente espacial para melhoria dos processos internos, especialmente as Diretorias de Construção e a de Operação e Comercialização de Energia. Entretanto, dada a diversidade da Empresa em termos de atuação e responsabilidades, tornou-se necessário estabelecer um recorte específico de análise para possibilitar uma maior visibilidade dos resultados, alcançando-se o objetivo proposto. Apesar de interessante e instigante, esta integração inter-diretorias demandaria amplas discussões que, possivelmente, seriam incompatíveis com o tempo máximo de conclusão da presente dissertação, tornando-se inexecutável devido ao prazo. Deste modo, foi escolhido o Programa de Reflorestamento de responsabilidade da USFL.O, divisão de operação da Usina de Funil.

A Diretoria de Engenharia, onde está inserida a API.E, possui várias responsabilidades como: estudar e investigar a viabilidade de empreendimentos, projetá-los, fornecer o suporte ambiental, dentre outras atribuições. Estão sob a DE três superintendências: Planejamento (SL.E), Gestão Ambiental (GA.E) e Engenharia (SE.E) conforme Figura 5.

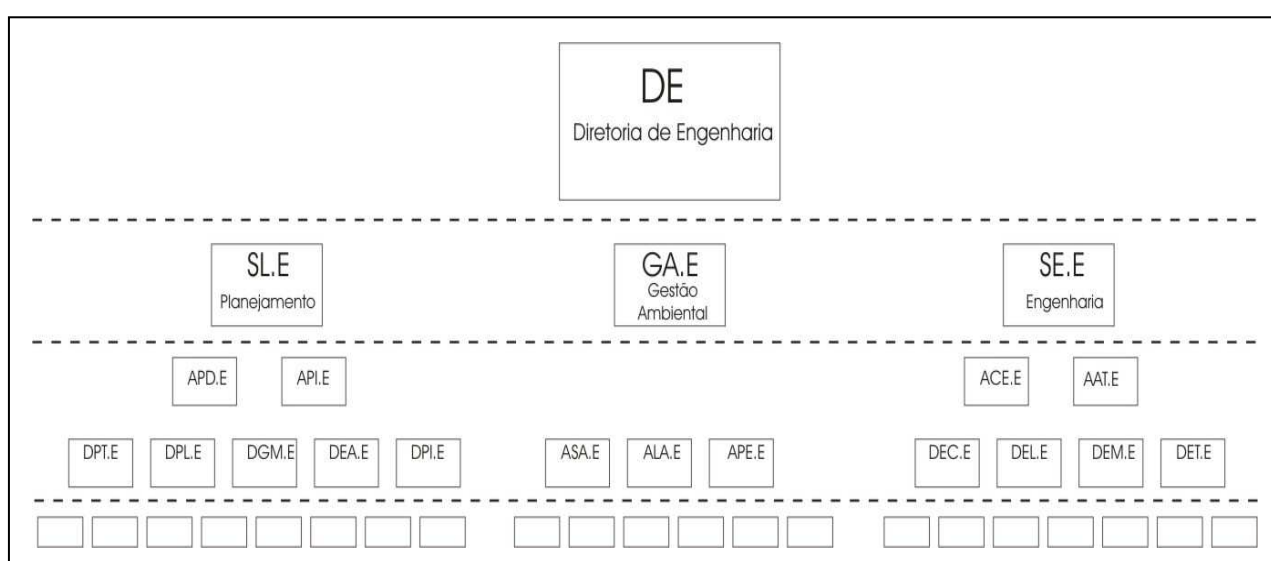


Figura 5 – Detalhe dos níveis hierárquicos subordinados à diretoria de engenharia (DE).

A Superintendência de Gestão Ambiental é responsável pelo estabelecimento de políticas de gestão ambiental para a empresa. É dividida em três assessorias: de Suporte a Gestão Ambiental (ASA.E), de Políticas e Estudos Ambientais (APE.E), de Licenciamento Ambiental (ALA.E).

Na Superintendência de Engenharia estão os setores que coordenam a fase de projeto de engenharia dos empreendimentos. Dividem-se em quatro departamentos: de Engenharia Civil (DEC.E), de Engenharia Elétrica (DEL.E), de Engenharia Mecânica (DEM.E), de Engenharia de Telecomunicações (DET.E); e duas assessorias: de Estudos e Programas de Conservação de Energia (ACE.E), de Administração de Contratos, Normalização e Arquivo Técnico (AAT.E).

Especificamente na Superintendência de Planejamento, encontram-se os órgãos que são responsáveis pelo início dos estudos de viabilidade técnica e econômica de empreendimentos. As assessorias que possuem nível de departamento e a compõe são: Assessoria de Planejamento da Informação (API.E) e Assessoria de Suporte a Pesquisa e Desenvolvimento (APD.E). Além disso, fazem parte os departamentos: de Estudos Gerenciais e de Mercado (DGM.E), de Planejamento da Geração (DPL.E), de Planejamento da Transmissão (DPT.E), de Engenharia Ambiental (DEA.E), de Patrimônio Imobiliário (DPI.E). Vide Figura 6.

Dentre as atribuições desta superintendência, resumidamente, estão: os estudos de transmissão (DPT.E), geração (DPL.E) e de mercado (DGM.E).

Durante os estudos de viabilidade de empreendimentos, quando estes são solicitados a Furnas por outros órgãos da administração federal como EPE e ANEEL, entram em ação os departamentos de Engenharia Ambiental (DEA.E) e Patrimônio Imobiliário (DPI.E). A atuação destes setores não se restringe somente ao período de planejamento, atuam durante a fase de projeto e mesmo durante a construção, respectivamente, nos programas ambientais e

no processo de desapropriação de propriedades afetadas pelos empreendimentos. Há a continuidade desta atuação mesmo após a construção e a efetiva operação do empreendimento, seja uma linha de transmissão, subestação ou usina.

Inicialmente voltados para a análise do componente ambiental dos empreendimentos a Superintendência de Gestão Ambiental atem-se ao ambiente regulatório e político e o Departamento de Engenharia Ambiental executa a parte técnica no que se refere, por exemplo, aos programas ambientais, e relatórios técnicos como: EIA e RIMA.

Já a Assessoria de Planejamento da Informação, é um órgão cuja responsabilidade é prospectar, estudar e implantar tecnologias de informação de ponta necessárias aos projetos de Engenharia. Tal ação não se restringe a Diretoria de Engenharia, transcendendo para a Diretoria de Construção e Operação, que também se valem desta expertise em sistemas de informação da Assessoria. Sua organização (Figura 7) é pautada em projetos que possuem equipes e seus respectivos gerentes, sendo todos subordinados a gerência da Assessoria. Além disso, existe a equipe de suporte técnico que os atende mantendo a infra-estrutura de TI (Tecnologia da Informação), ou seja, os servidores, o banco de dados e os serviços de internet.

Dentre os projetos tocados pela API.E e no qual participam vários setores, estão:

- ✓ CADTEC, sistema para implantação de CAD 2D;
- ✓ SISDAT, Sistema de Detecção de Descargas Atmosféricas, partícipe da RINDAT, Rede Integrada de Detecção de Descargas Atmosféricas³⁵;
- ✓ GISFurnas, Sistema de Informações Geográficas de Furnas;
- ✓ GIEP, Gerenciamento Integrado de Empreendimentos e Projetos;
- ✓ AEA3D, Aplicação para Estudos e Projetos em Realidade Virtual Tridimensional em engenharia;

³⁵ Vale-se de várias tecnologias de captura do posicionamento de descargas atmosféricas, através de sensores instalados por várias regiões do Brasil e cujos dados, após cruzados e analisados subsidiam, tanto a manutenção de linhas de transmissão quanto sua operação e projeto

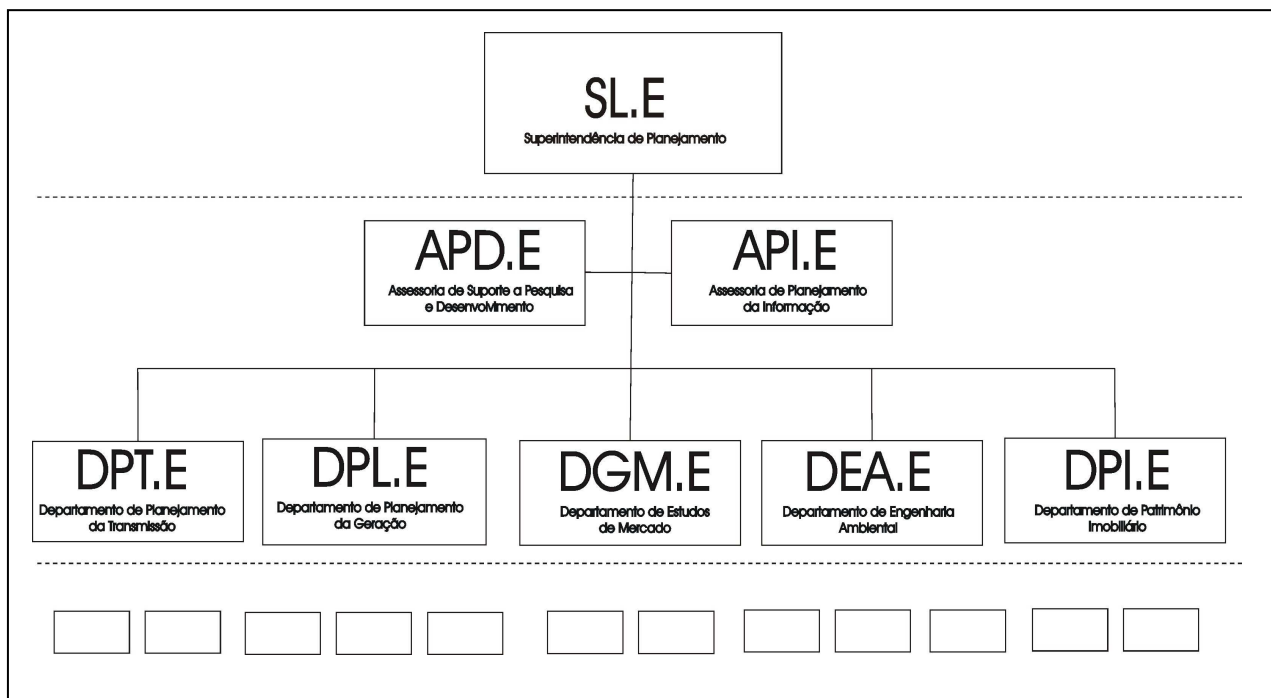


Figura 6 – Detalhe dos níveis hierárquicos subordinados à Superintendência de Planejamento (SL.E).

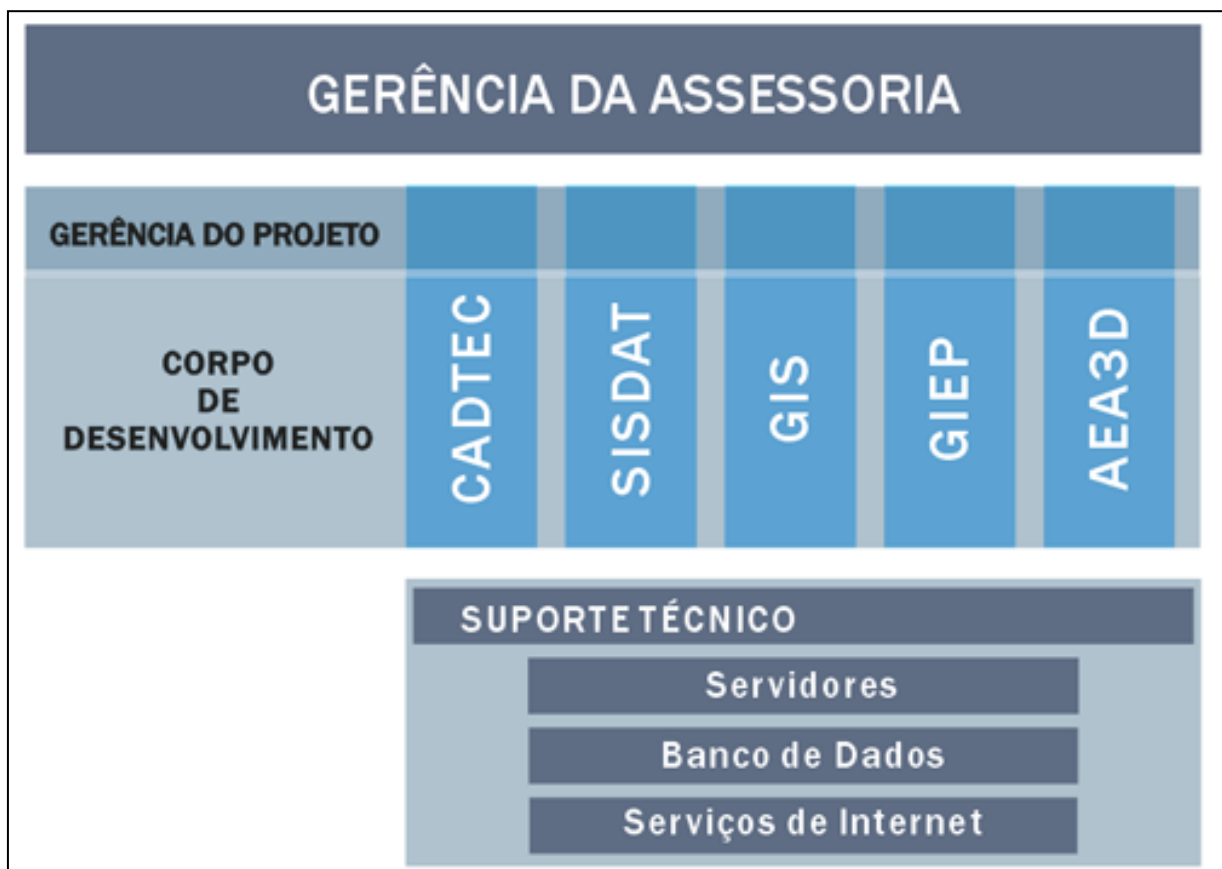


Figura 7 – Esquema API.E

No caso específico dos projetos gerenciados pela API.E existe a participação de variados órgãos com responsabilidades distintas. No GISFURNAS, coexistem dados de natureza diversa, tanto , por exemplo, de meio ambiente quanto de engenharia e operação, e é notável a participação dos usuários na manutenção e alimentação dos dados. Também há o esforço de eliminar a duplicidade de informações e de mantê-las atualizadas, íntegras e confiáveis.

3.3 Demandas setoriais e estrutura dinâmica

Do ponto de vista do esquema organizacional não é possível delinear a articulação entre os órgãos e sua dinâmica no que se refere à execução de obras de empreendimentos ou mesmo seu estudo inicial de viabilidade ou a finalização da construção e o início da operação. Portanto, é necessário construir as relações existentes entre os órgãos a fim de entendermos sua disposição em função da gestão e planejamento ambiental. Serão focalizados os interesses específicos às demandas do geoprocessamento no que se refere ao componente ambiental.

Para o setor de energia elétrica são importantes os estudos que identificam o nível de consumo e de demanda de energia previstos em um período. Tal função, executada no âmbito do Governo Federal pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética), reflete a necessidade de licitar novos empreendimentos assim como verificar sua viabilidade comercial. Furnas, quando solicitada por outros órgãos como EPE e ANEEL, pode vir a executar estudos de viabilidade de empreendimentos. Isto se dá na esfera, principalmente, da Superintendência de Planejamento (SL.E) e incorpora, por vezes, outros setores da DE (como, GA.E e SE.E) e da Diretoria de Construção (DC).

Depois da conclusão destes estudos e seu envio aos órgãos competentes, segundo o atual modelo energético nacional, são licitados os empreendimentos pelo Governo Federal. Com a vitória no leilão, por Furnas, passam a ser executada a fase de projeto, essencialmente pela DE, na Superintendência de Engenharia (SE.E).

Ao serem iniciados os trabalhos de construção, a Diretoria de Construção (DC) passa a atuar mais fortemente e, ao ser concluído, o empreendimento vai ao controle da Diretoria de Operação (DO)³⁶. Ressalta-se a grande integração entre os órgãos para a conclusão dos projetos. A DE, através de seus variados setores, incorpora aspectos iniciais da análise geográfica.

Em todo este percurso há demandas para inserção de dados georreferenciados em bancos de dados geográficos, bem como para a disponibilização dos mesmos através de aplicações SIG customizadas, atendendo a interesses específicos. A API.E atende a boa parte desta demanda, principalmente quando o âmbito é corporativo. Entretanto, em alguns casos, dada a particularidade das análises, o próprio órgão que gere os dados se incumbe da responsabilidade de mantê-los. Os principais usuários dos Sistemas de Informação Geográfica que a API.E gerencia são: DO, DC e DE, conforme apresentado na Figura 8, que apresentam demandas específicas (esquematizadas na Figura 9).

³⁶ Há grande complexidade nas atribuições e responsabilidades advindas das fases de planejamento, projeto, construção e operação ocorrendo, por vezes, ações concomitantes, e, portanto, durante a execução de um projeto não há uma separação profunda das fases.

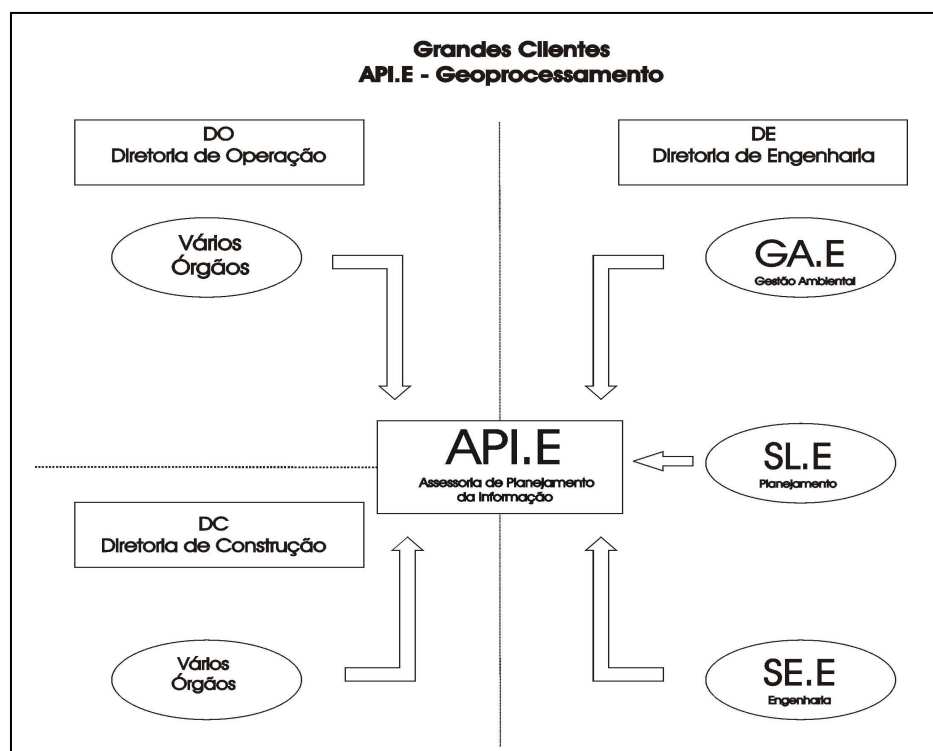


Figura 8 – Grandes usuários – API.E – Geoprocessamento

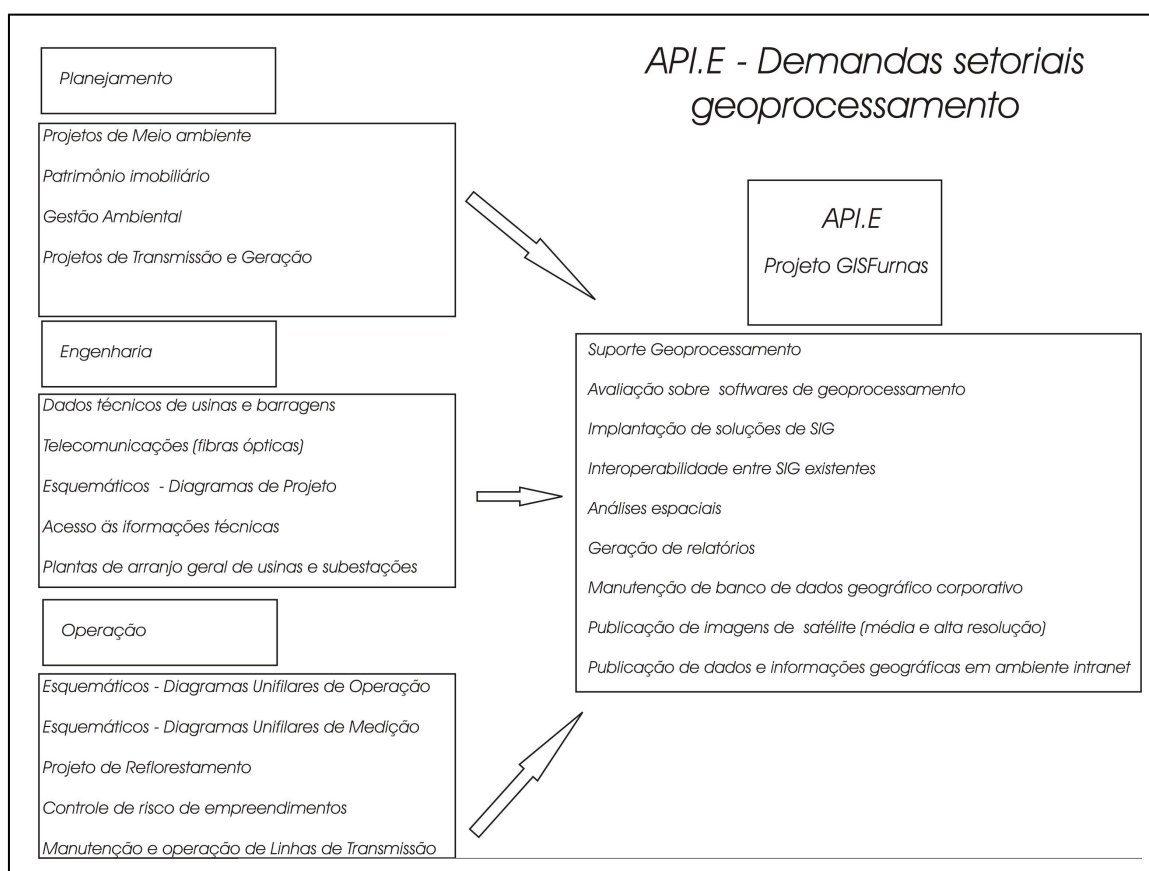


Figura 9 – Demandas setoriais da API.E

A importância da API.E no contexto de Furnas, como Assessoria que estuda e verifica a viabilidade e que dá suporte a novas tecnologias para a Engenharia da empresa, é mostrada a partir de sua visão diferenciada, que prioriza a integração de dados e processos entre os departamentos. Isto ocorre em função da percepção de que as demandas diversas de variados setores acabam sendo comuns e precisam estar integradas para aprimorar o andamento dos próprios processos.

Em se tratando de setores que trabalham com o componente ambiental, os esforços conjuntos se tornam mais necessários. Por isso, a articulação de vários órgãos em prol da melhor gestão das informações resulta numa tomada de decisão mais eficaz. Com isso, é possível utilizar ampla gama de variáveis sem segmentar a análise, respeitando-se, entretanto, a responsabilidade distribuída sobre a manutenção do dado e sobre o nível de decisão que, numa estrutura organizacional do porte de Furnas, alcança diversas esferas.

Atualmente estão em andamento vários projetos simultâneos no que tange a implementação de aplicações específicas para os setores, como módulos, do projeto GISFURNAS. Dentre os órgãos atendidos estão: GA.E, projeto de Controle de Outorgas do uso de água; USFL.O³⁷, gestão do Projeto de Reflorestamento; DEA.E, incorporação de dados no banco de dados geográfico referentes a empreendimentos novos, em construção, ou antigos, em operação.

Tais demandas deram margem à escolha do estudo de caso para validar a hipótese desta pesquisa, o Programa de Reflorestamento da Usina de Funil. A partir de análise prévia, foram trabalhados os dados que, posteriormente foram inseridos no banco de dados geográfico existente na empresa de acordo com as especificações OGC. Simultaneamente foram alimentados outras bases de interesse como: contorno do reservatório e bacia hidrográfica.

³⁷ Órgão responsável pela operação da Usina de Funil – Diretoria de Operação

Dentre todos os projetos foi escolhido o mais representativo das articulações entre dados e ações no interior de Furnas num contexto de planejamento e gestão ambiental.

3.4 O geoprocessamento na empresa

No Brasil, especificamente desde o final dos anos 80 e mais precisamente durante os anos 90, iniciou-se ampla discussão sobre o geoprocessamento e sua aplicabilidade para a análise geográfica (XAVIER-DA-SILVA, 1992; CÂMARA & MEDEIROS 1998). A evolução e disponibilização de dados sobre o espaço, através de imagens de satélite, e o aperfeiçoamento de métodos de análise e armazenamento através de softwares específicos, provocaram uma revolução no meio científico. Simultaneamente, houve a incipiente utilização, pelas empresas brasileiras, deste ferramental.

Furnas Centrais Elétricas incorporou estas tecnologias, inicialmente para atender à utilização crescente de imagens de satélite em projetos específicos. Foram adquiridos softwares específicos para tratamentos destas imagens em alguns departamentos. Ainda era uma etapa de conhecimento da tecnologia. Já eram utilizados softwares CAD em projetos de engenharia. No entanto, todos os estudos seguiam setorizados e não havia o estabelecimento de um SIG.

No final dos anos 90, já se delineava a necessidade de espacializar os ativos de Furnas de forma corporativa e integrada. Linhas de transmissão, usinas, subestações, reservatórios e outros dados, de importância para a Empresa ainda estavam indisponíveis de forma sistematizada, organizada, centralizada e sobretudo digital. As demandas cresceram pelos setores, juntamente com a difusão dos softwares SIG. Na concepção inicial do GISFURNAS, primeiro projeto SIG corporativo de Furnas, percebeu-se que era necessário, dado o volume de dados e usuários, valer-se da utilização de “novas facilidades” já disponíveis, como o SIG via web, permitindo a visualização simultânea das mesmas informações e o armazenamento

de dados em banco de dados.

Posteriormente, este banco se tornou geográfico e isto possibilitou manter as geometrias, topologias e relacionamentos entre feições geográficas de forma centralizada. Além disso, o SGBDOR, Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Objeto-Relacional, garantiria, entre outras facilidades, a segurança, a escalabilidade, o controle de acesso concorrente e o processamento de transações³⁸.

Os projetos de implantação de banco de dados geográfico, assim como o desenvolvimento e implementação de softwares SIG, foram, em grande parte, gerenciados pela Assessoria de Planejamento da Informação (API.E), ligada a Superintendência de Planejamento (SL.E) e à Diretoria de Engenharia (DE).

Entretanto, não foi adotada nenhuma centralização sobre a gerência dos dados ou aplicações. Excetuando-se casos excepcionais, os dados são alimentados e mantidos pelos departamentos responsáveis pelos mesmos e o controle de acesso às aplicações é de competência do setor que a gerencia. Ou seja, há responsabilidades distribuídas para a manutenção das aplicações e atualização dos dados com o objetivo principal de haver maior consistência e integridade no banco de dados.

Houve uma grande evolução no que tange à utilização do geoprocessamento e, em particular, dos Sistemas de Informação Geográfica em Furnas. Hoje, há demandas específicas e complexas advindas do amadurecimento de anos de projetos SIG. Como exemplo, temos: a interoperabilidade entre SIG distintos; a integração com a ferramenta Google Earth; e a integração com sistemas ERP.

Tais necessidades são resultado tanto da complexidade e sua utilização adquiridas com o passar do tempo, como, principalmente, devido ao aprimoramento da visão de negócio do corpo técnico e gerencial que lida com esta tecnologia, cujo objetivo é contribuir para a

³⁸ Possibilita o gerenciamento dos dados versionados ou condicionais.

melhoria dos processos internos, auxiliando com maior eficiência, por exemplo, a gestão e o planejamento de empreendimentos, seja no que tange ao componente ambiental ou não.

3.4.1 Identificação de Ambientes SIG

Atualmente, para a manipulação de dados espaciais relativa aos ativos da Empresa³⁹, dados geográficos⁴⁰ e dados esquemáticos⁴¹ utilizam-se três soluções de grande envergadura no mercado de Geoprocessamento: ESRI, Autodesk e Bentley. Entretanto, serão analisadas, por este trabalho, somente as duas primeiras, em função de sua escolha para a implementação da interoperabilidade.

3.4.1.1 Ambiente Autodesk

Em Furnas Centrais Elétricas, este ambiente é composto por um conjunto de componentes que funcionam numa arquitetura cliente-servidor⁴² distribuída e que compõem uma complexa solução para manutenção, análise e produção de informações georreferenciadas. O Autodesk GIS Design Server (AGDS) é o componente principal formado também por outros programas como: Autocad Map, Autodesk MapGuide e Autodesk Onsite (Figura 10).

Esta solução SIG atende, corporativamente, à empresa de forma integrada. Nesta arquitetura, o Autocad Map é uma ferramenta de edição de dados geográficos dos usuários, que estão armazenados no banco de dados gerenciado pelo AGDS. É a principal interface do usuário especialista que mantém os dados de linhas de transmissão, por exemplo com o AGDS. Através desta interface, o técnico pode acessar o banco de dados principal e executar

³⁹ Subestações, torres de transmissão e usinas (hidroelétricas e termoeletricas), estações de telecomunicação.

⁴⁰ Municípios, hidrografia, redes de transportes e áreas ambientais.

⁴¹ Diagramas Unifilares de Operação, Medição e Projeto.

⁴² Esta arquitetura se divide em duas partes claramente diferenciadas, a primeira é a parte do servidor e a segunda a de um conjunto de clientes.

consultas, análises e edições.

Já o Autodesk MapGuide, é o publicador das informações geográficas, contidas neste banco, em ambiente web, no caso de Furnas, Intranet. Através de navegadores utilizados na Empresa é possível o acesso simultâneo e rápido de mapas e desenhos espacialmente referenciados em toda a área de abrangência de Furnas. As informações também podem ser levadas a campo, em dispositivos móveis, como IPAQs⁴³, utilizando o software Autodesk OnSite.

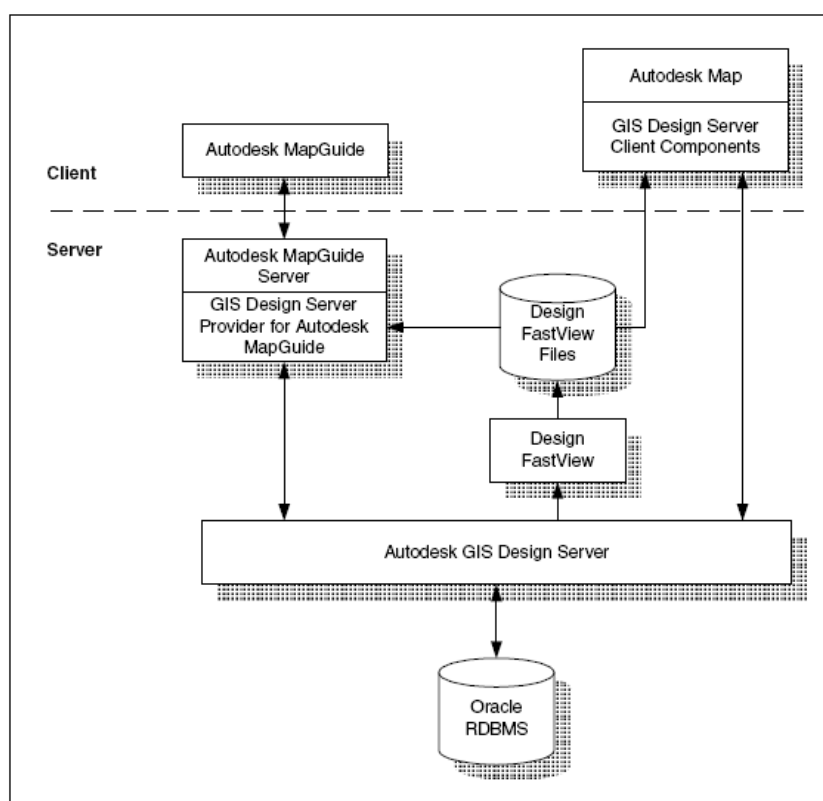


Figura 10 – Componentes da Solução AGDS

Fonte: AUTODESK, 2002.

O AGDS é o responsável pelo (a):

- ✓ gerenciamento dos dados espaciais armazenados em bancos de dados, a topologia e simbologia;

⁴³ Computador de bolso ou *Pocket PC* cujo fabricante é a HP, *Hewlett-Packard*

- ✓ acesso e manutenção dos dados espaciais feito através da Geographic Macro Language (GML⁴⁴);
- ✓ administração de usuários e sistemas de coordenadas;
- ✓ processamento de dados condicionais e processamento de transações;
- ✓ modelagem e projeto do sistema, controlando regras de negócio⁴⁵.

3.4.1.1.1 Banco de dados AGDS

O AGDS, anteriormente denominado de Vision, utiliza o banco de dados Oracle para armazenar seus dados: espaciais e não espaciais. Estão nele inclusos: os atributos, as coordenadas e a topologia.

Com relação aos dados, o AGDS suporta a especificação SFS da OGC possibilitando, portanto, seu armazenamento em formato aberto. Além disso, utiliza uma combinação de atributos e especificação de simbologias para gerar a informação gráfica, baseada em dados vetoriais, sob demanda. Agrupa dados tematicamente e topologicamente⁴⁶ relacionados. Especificamente no GISFURNAS utiliza o SGBD Oracle com cartucho “spatial”.

⁴⁴ Linguagem de Programação de quarta geração. Os comandos GML abrangem todas as áreas de funcionalidades pertinentes para a criação e operação de uma aplicação hospedada pelo Autodesk GIS Design Server. Possibilita o acesso direto às informações geográficas contidas no banco de dados.

⁴⁵ Os dados são modelados de uma maneira consistente através da aplicação das regras de negócio que são baseadas nos processos de negócio do cliente.

⁴⁶ Topologia se refere a maneira como as feições gráficas estão espacialmente ou logicamente conectadas umas as outras.

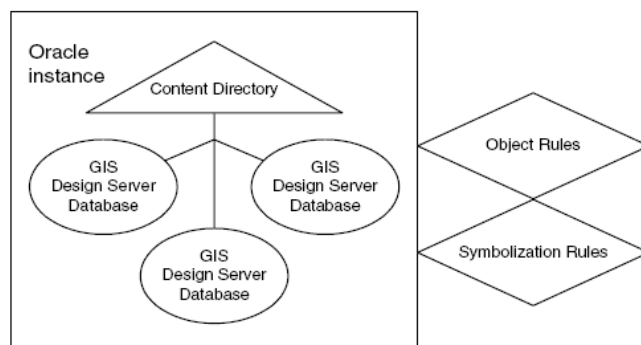


Figura 11 – Bancos de dados AGDS sob Oracle

Fonte: AUTODESK, 2002

O AGDS armazena múltiplos contextos espaciais, chamados de planos, para uma dada entidade geográfica e que possuem sistemas de coordenadas próprios. O plano é um contexto espacial alternativo e que possui sistema de coordenadas, extensões e resoluções específicos. Durante a implementação do GISFURNAS foi definido que as informações geográficas como linhas de transmissão e áreas de proteção ambiental, por exemplo, estão num plano diferente dos diagramas esquemáticos que representam o arranjo dos equipamentos elétricos existentes numa subestação. Enquanto o primeiro utiliza coordenadas geográficas, o segundo utiliza coordenadas planas, sua distribuição não retrata fielmente a realidade espacial.

Este software também possibilita armazenar dados temporários (condicionais) e dados permanentes em um mesmo banco de dados. Os dados são definidos como condicionais enquanto estão em estágios de planejamento e, portanto, diferentes versões podem ser criadas para um mesmo dado.

Através do conceito de network⁴⁷ é possível criar e gerenciar as relações topológicas como: a conectividade e continuidade das feições dentro do banco de dados.

De acordo com Câmara et al. (2004), que classificou os SIG em grupos distintos, o AGDS define-se como um SIG Relacional. Para o autor (2004, p. 3-11) Um grande benefício

⁴⁷ Network é um conjunto de feições que são topologicamente relacionadas. Estas feições podem estar conectadas ponta-a-ponta, adjacentes uma a outra ou separadas (CONSTRUTEL, 2004).

deste sistema é a utilização dos recursos de garantia de integridade, controle de concorrência (acesso simultâneo por vários usuários) e recuperação de falhas disponíveis nos SGBDOR para gerenciar dados geográficos.

Nestes tipos de SIG tanto os dados gráficos quanto os relacionais são organizados em tabelas relacionais, que consistem em linhas de registros e colunas de atributos e que podem estar associadas umas as outras através de colunas comuns a várias delas. O AGDS é o gerenciador destes relacionamentos e mantém a integridade dos dados durante as manutenções e em função da existência de inúmeros planos e versões.

Câmara et al. (2004) apresenta como características principais do SIG Relacional: grande estabilidade, devido a evolução dos SGBDOR; grande robustez de implementação, devido a integridade do esquema relacional; implementações de recursos de geoprocessamento baseadas no gerenciador relacional, neste caso o AGDS; dados gráficos e alfanuméricos armazenados de forma integrada.

Por outro lado, a natureza dos recursos do AGDS torna possível modelar domínios com alto teor de complexidade como uma rede de telecomunicações ou energia elétrica. Ele foi utilizado na implementação de modelos de objetos geoespaciais completos, com atributos, métodos e relações entre objetos⁴⁸, de acordo com regras de engenharia.

⁴⁸ Tem como base o software Rational Rose, da IBM.

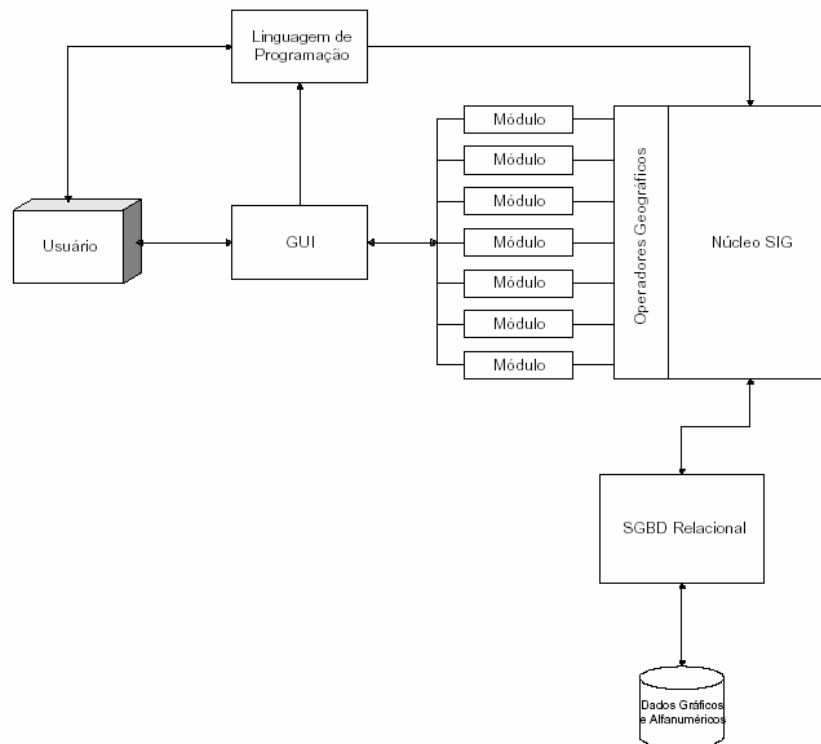


Figura 12 – Arquitetura utilizada por SIG Relacional

Fonte: CÂMARA et al. (2004)

3.4.1.1.2 Camada Cliente

Na camada cliente, ou seja, nos softwares que atendem diretamente os usuários, especialistas ou não, foram customizadas aplicações, através de APIs⁴⁹ sobre o Autocad Map e Autodesk Mapguide para a entrada, consulta e manutenção de dados.

Para as manutenções de dados geográficos são sempre utilizadas as aplicações cliente-servidor baseadas no Autocad Map. Já as consultas e manutenções dos dados alfanuméricos são utilizadas aplicações web baseadas no Autodesk Mapguide onde também pode ser consultados dados geográficos.

Portanto, o Autocad Map torna-se um cliente do AGDS possibilitando de imediato:

1. conexão e manipulação das bases de dados;

⁴⁹ Application Programming Interface (ou Interface de Programação de Aplicativos).

2. disponibilização dos dados em formato gráfico ou tabular;
3. carregamento, gerenciamento e execução de mecanismo de regras para localização e edição;
4. navegação pelos objetos conectados e efetuar análises dos dados recebidos;

Na engrenagem web, o Autodesk Mapguide Author é o software onde são configuradas e organizadas as camadas (layers) e simbologias necessárias em um arquivo formato MWF⁵⁰. Este arquivo é um ponteiro para os bancos de dados (SGBDOR) e bases geográficas existentes adicionais como: DWG, SHP e SDF⁵¹ que o Autodesk Mapguide Server acessa enviando esta configuração ao servidor Internet e disponibilizando-a para o usuário através de um navegador⁵² (Figura 13).

Já para a publicação em ambiente web dos dados espaciais contidos no banco de dados Oracle e gerenciados pelo AGDS no Autodesk MapGuide tornou-se necessário ter uma interface (Autodesk Interface) entre ambos. Através dela, são gerenciadas as formas de exibição dos objetos geográficos, ou seja, as simbologias para que retratem em ambiente web com fidelidade as características estabelecidas no AGDS e tornando-as iguais às apresentadas no Autocad Map. Sua função é disponibilizar rapidamente as feições geográficas através de mecanismos que geram em cachê os dados gráficos visando reduzir ou eliminar o tempo necessário à consulta ao banco de dados.

⁵⁰ Map Web File – Formato proprietário Autodesk

⁵¹ DWG e SDF, formatos proprietários Autodesk e SHP, formato proprietário ESRI.

⁵² São necessários plug-ins como Mapguide Active X instalados nos navegadores.

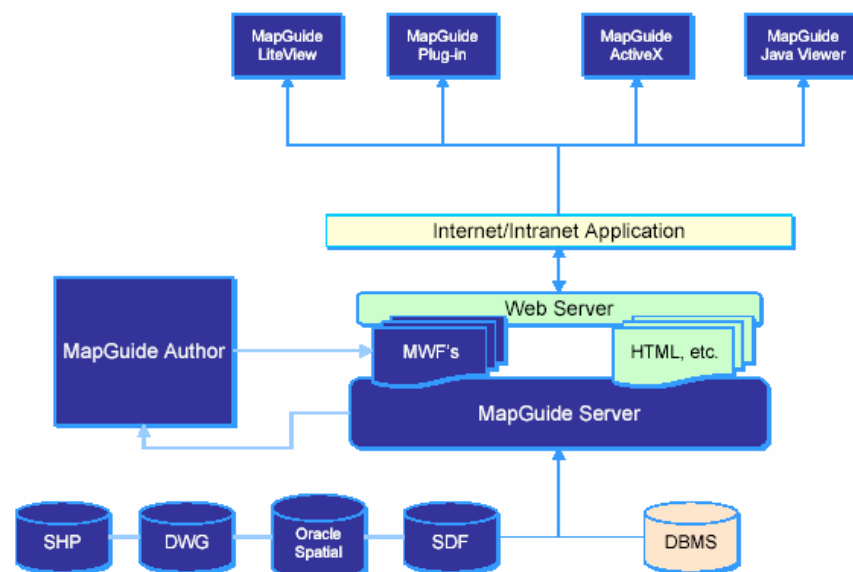


Figura 13 – Arquitetura Autodesk Mapguide

Fonte: www.Autodesk.com

Após programação baseada em linguagem ColdFusion, tendo como base o Autodesk Mapguide, foram desenvolvidas aplicações web diversas que atendem a variados setores da empresa difundindo a informação geográfica amplamente. Tendo como alvos principais: os ativos georreferenciados e os diagramas esquemáticos, o GISFURNAS tornou-se um grande integrador de sistemas e informações existentes, melhorando processos internos e fundamentando decisões tanto gerenciais quanto técnicas (Figura 14 e Figura 15).

A engrenagem existente que compõe esta interface inteligível e simples, via web, é bastante complexa. Amplas bases de dados coexistem compondo os mapas ou diagramas disponibilizados aos usuários de outros setores. Dados em bancos de dados (Microsoft ACCESS, AGDS ou diretamente no Oracle), arquivos vetoriais (SDF e DWG, raster TIF e SID), ou arquivos otimizados (NAC) do AGDS, gerados pelo Autodesk Interface, constituem layers e possuem simbologias próprias.

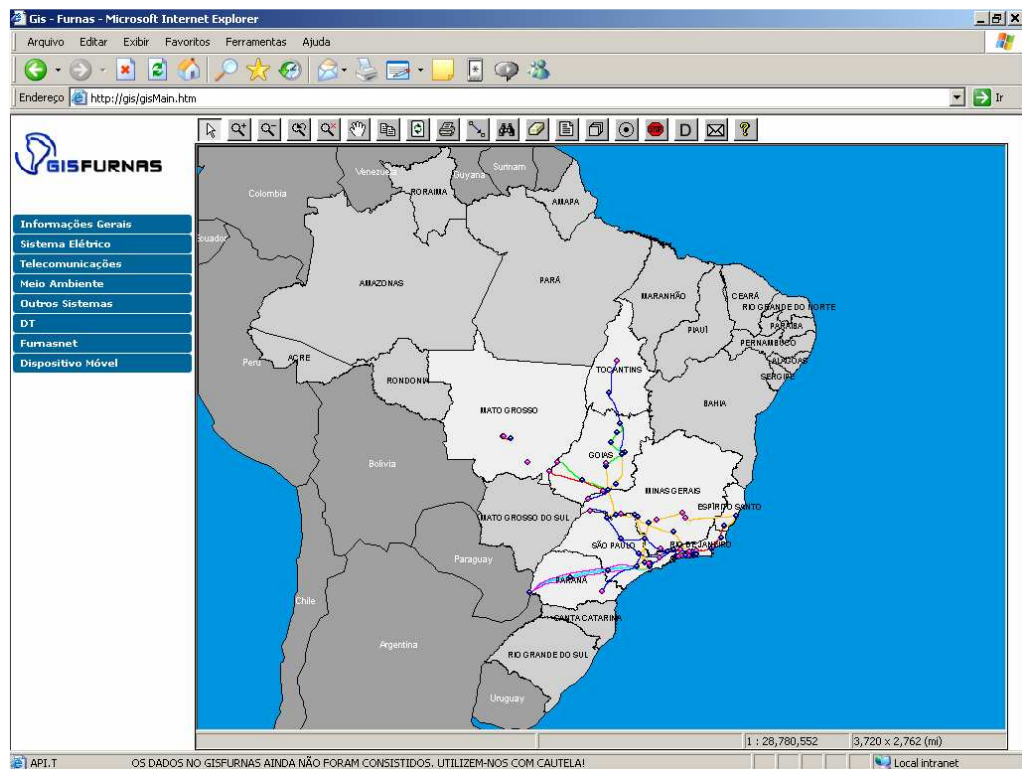


Figura 14 – Aplicação web GISFurnas

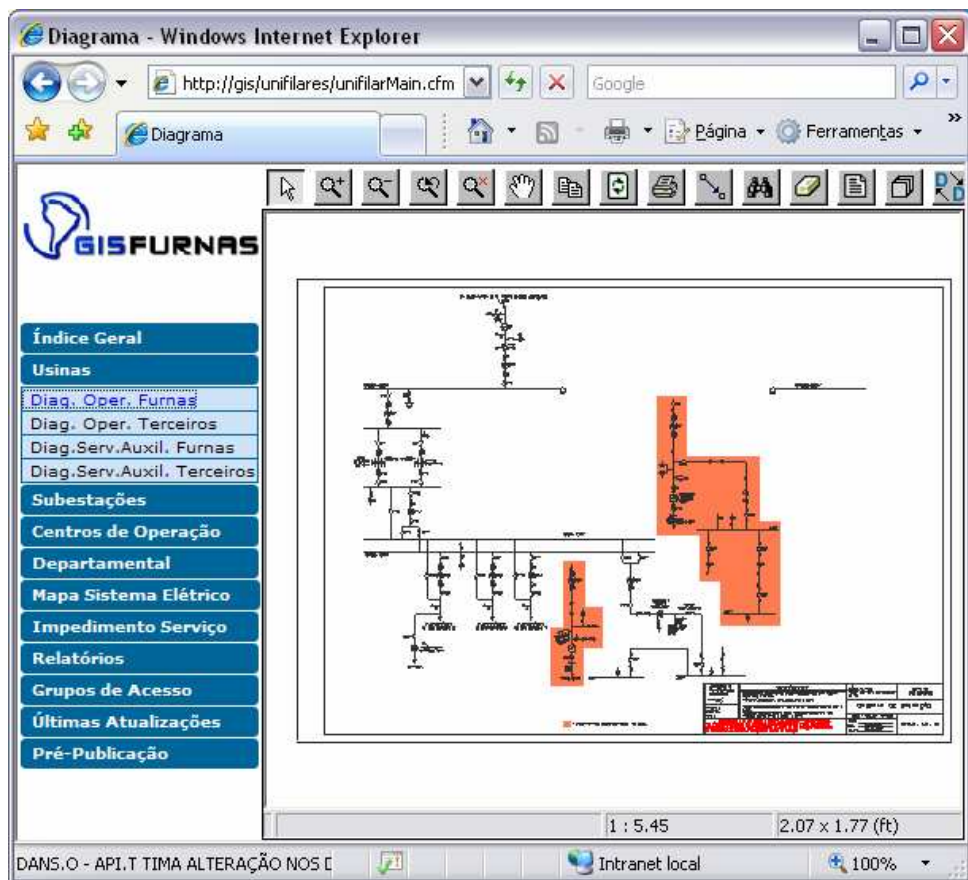


Figura 15 – Aplicação web de diagramas esquemáticos

Para edição de dados alfanuméricos há aplicações específicas e separadas das de consulta em função das restrições de acesso. Somente usuários responsáveis pelo dado tem acesso a estas aplicações de edição. Mesmo as de consulta, embora grande parte seja livre, podem possuir alguma restrição dependendo do caso. Já a edição gráfica no ambiente Intranet é ainda bem simples, dada as restrições contidas nesta versão do software Mapguide.

As aplicações, portanto, dividem-se, em consulta e edição. O Portal GIS é a página que contém os links com as aplicações de manutenção (Figura 16).



Figura 16- Portal GIS para edição de dados alfanuméricos em ambiente web

3.4.1.1.3 Arquitetura Geral do GISFURNAS

A arquitetura geral utilizada na solução é baseada no Autodesk GIS Design Server 8.4. Através dos diversos componentes do AGDS são feitas as articulações que o interliga aos

softwares que compõem a solução destinada ao usuário final⁵³ e ao banco de dados que ele gerencia. No caso específico do Autocad Map, destinado aos usuários especialistas que manipulam as informações gráficas complexas, é necessária a instalação do cliente do AGDS que faz a conexão direta ao AGDS pela máquina do usuário. As aplicações para esta manutenção gráfica foram desenvolvidas com Visual Studio e bibliotecas Autodesk Object ARX.

Para publicar as informações do banco AGDS no ambiente Intranet, com os programas desenvolvidos sob o Autodesk Mapguide Server, existe o Autodesk Interface que estabelece a interface. Para maior rapidez não sendo necessária a leitura direta do banco AGDS a cada requisição dos inúmeros usuários espalhados pela Empresa, utiliza-se o Design Fastview que gera arquivos otimizados formato NAC. A cada atualização dos mesmos no banco AGDS e disponibiliza-os para o Autodesk Mapguide Server em ambiente Intranet. O Coldfusion Server permite o funcionamento das aplicações web desenvolvidas na linguagem Colfusion.

Na máquina do usuário específico de consulta via web, além do navegador é necessário o plug-in, programa que funciona no computador conectado ao navegador⁵⁴, para a conexão deste com o Mapguide Server, através do IIS (Internet Information Services). Câmara et al. (2004) ressalta que é necessária a utilização destes plug-ins já que nenhum dos navegadores está preparado para receber e apresentar informações vetoriais pela Internet. Com a evolução da tecnologia atualmente há outras alternativas. A Figura 17 exibe de forma esquemática a disposição dos softwares utilizados.

⁵³ Autocad Map e Autodesk Mapguide.

⁵⁴ Câmara et al. (2004)

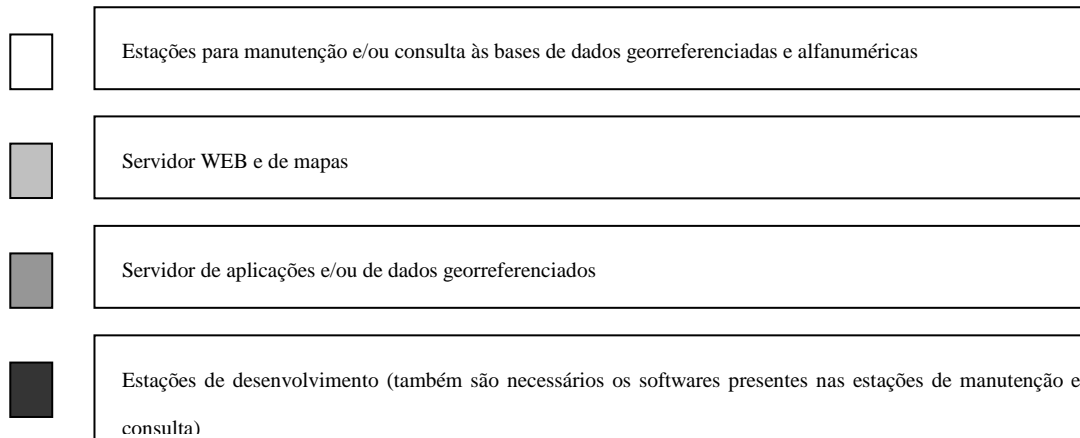
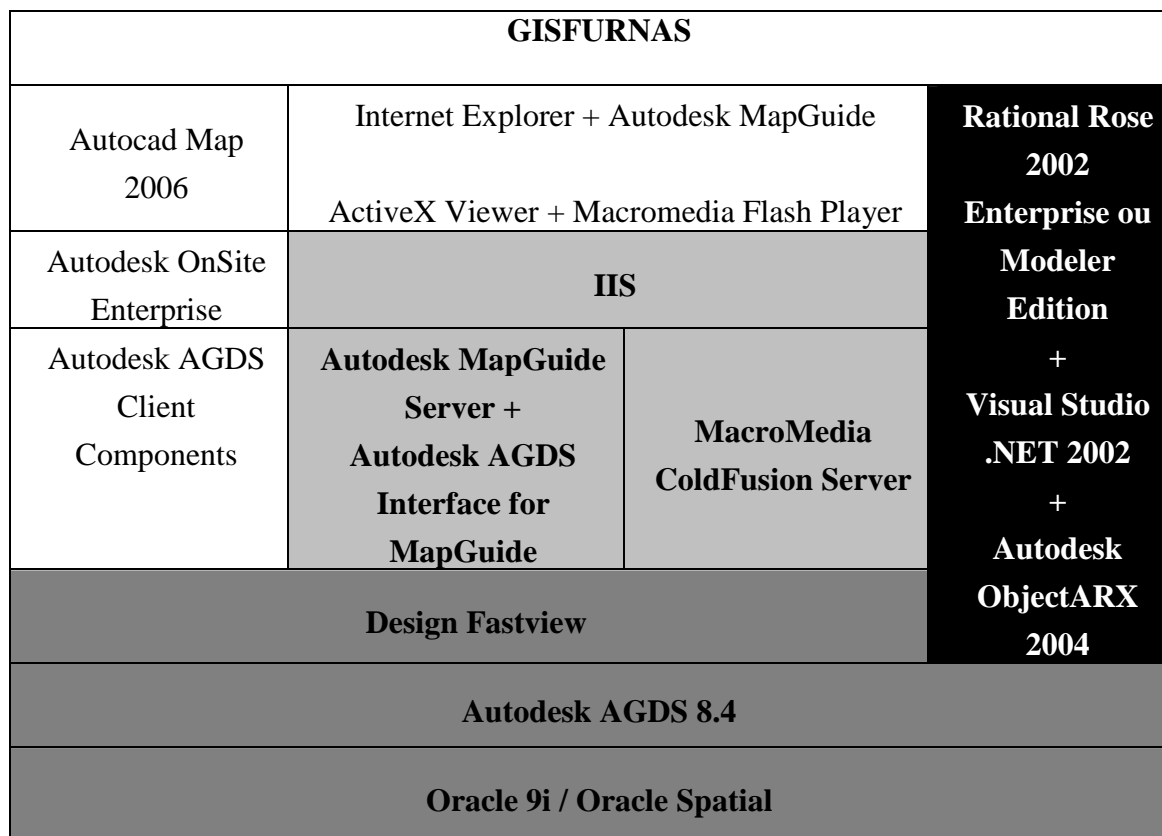


Figura 17- Visão geral da arquitetura do sistema

Fonte: FURNAS, 2006

O banco de dados Oracle é o repositório principal dos dados alfanuméricos e gráficos, em formato vetorial. Entretanto, existem informações em outros bancos de dados e sistemas⁵⁵

⁵⁵ SIAM, SIAO, SGDT e outros

que são necessárias para a aplicação no GISFURNAS e, por isso, são feitas as integrações, seja em ambiente Mainframe, Oracle ou Lotus Notes (Figura 18). Estes dados integrados são exclusivamente alfanuméricos.

Todos os softwares estão dispostos em arquitetura cliente-servidor de três camadas. A Figura 18, a seguir, permite a visualização de cada software e sua localização e integração com os demais. No caso de Furnas, o Servidor de Aplicações GIS e o Servidor de Aplicações Web estão fisicamente na mesma máquina.

Atualmente, existem três ambientes distintos para a plataforma Autodesk: homologação, desenvolvimento e produção. No primeiro são homologadas as novas aplicações ou correções feitas pelas empresas contratadas para manutenção do sistema, num ambiente construído para testes. O ambiente de desenvolvimento destina-se a testes de códigos ou programas feitos internamente. Já a produção é o ambiente de acesso de todos os usuários.

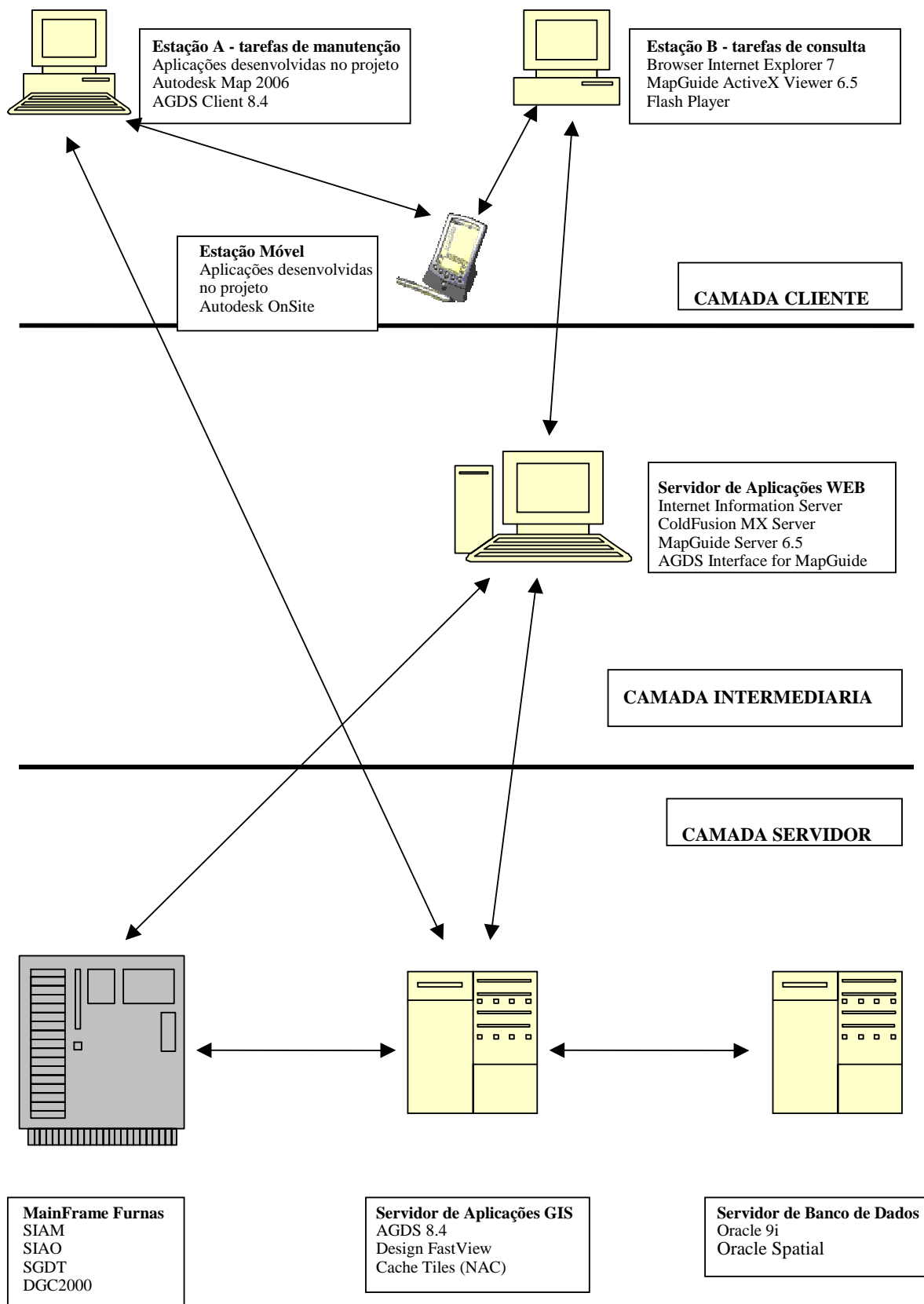


Figura 18- Arquitetura Cliente Servidor

3.4.1.2 Ambiente ESRI

Os softwares desktop⁵⁶ da fabricante ESRI são utilizados há algum tempo em Furnas, especificamente desde o final da década de 90, para: análise espacial, mapeamentos, publicação e impressão de mapas pela Empresa em projetos específicos vinculados ao Departamento de Engenharia Ambiental (DEA.E), principalmente⁵⁷.

No ano de 2005, foram adquiridas outras ferramentas ESRI constituindo outra grande plataforma SIG que não estão restritas ao nível do usuário somente. Dentre estas aquisições estão produtos em nível servidor como o ArcGIS Server, ArcIMS e o ArcSDE.

ArcGIS Server é um servidor central utilizado para construir aplicações SIG em ambiente corporativo ou departamental. As implementações sob este produto possuem gerenciamento centralizado, suportam múltiplos usuários e hospedam recursos como: mapas e ferramentas de geoprocessamento, disponibilizando-os como serviços para os usuários através das aplicações (ESRI, 2006). O ArcSDE é o gerenciador dos dados armazenados no SGBD relacional, e provê: escalabilidade, segurança, integridade e performance.

Para publicação dos mapas, dados e metadados através de protocolos de Internet padrão, usa-se o software ArcIMS. Usuários acessam os mapas através de navegadores utilizando aplicação baseadas na tradicional linguagem HTML ou Java. Adicionalmente, serviços ArcIMS são acessados por vários clientes incluindo ArcGIS Desktop, aplicações web baseadas no ArcGIS Server e, inclusive, aplicações que suportam o padrão OGC WMS.

De acordo com Câmara et al. (2004), para atender à área ambiental, onde é grande a necessidade de integração dados de diferentes formatos, como imagens, mapas temáticos e modelos de terreno surgiram os SIG integrados (Figura 19) que permitem o tratamento simultâneo de dados vetoriais e matriciais. O ArcGIS é um destes softwares. Contudo, a

⁵⁶ Arcinfo, ArcEditor e ArcView.

⁵⁷ Muito Embora outros órgãos tenham adquirido licenças deste fabricante mais recentemente.

solução avançada que é composta do ArcSDE e ArcGisServer o torna, segundo a classificação de Câmara et al. (2004), um SIG Relacional, conforme Figura 12. Sua arquitetura, quando vista de forma mais ampla, tornou-se mais complexa.

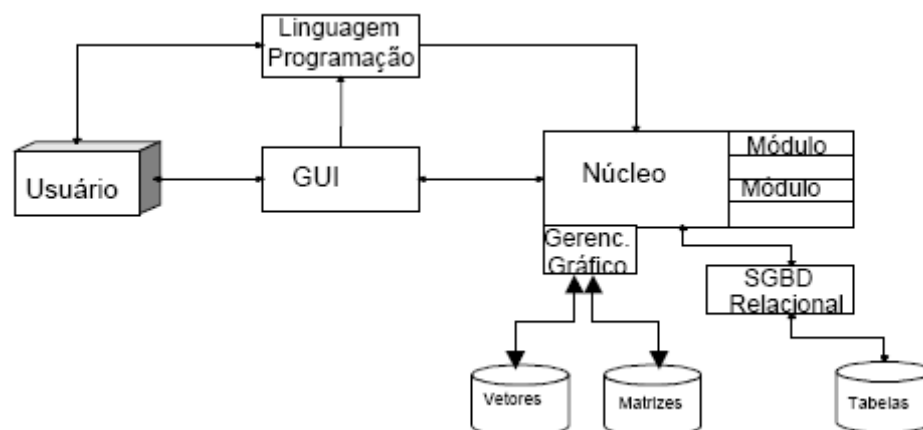


Figura 19 – Esquema SIG integrado

Fonte: CÂMARA et al. (2004)

3.4.1.2.1 Banco de dados ArcSDE

O ArcSDE gerencia o acesso a informações geográficas armazenadas em Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados Relacionais. Os dados são acessados pelos clientes via ArcGIS Desktop e via web através do ArcIMS.

Neste banco foram armazenadas informações importantes para o Departamento de Engenharia Ambiental e que são cotidianamente utilizados em seus projetos como:

- ✓ Base político Administrativa: municípios, estados e regiões;
- ✓ Base hidrográfica;
- ✓ Base de vegetação;
- ✓ Base de áreas de proteção ambiental;
- ✓ Base hispométrica;

- ✓ Terras indígenas.
- ✓ Base geológica

Anteriormente armazenados em datum SAD69, os dados, dada a implementação da interoperabilidade e da nova versão recebida para implementação (9.2), foram reorganizados e recolocados em SIRGAS 2000, de forma a serem compatíveis, tanto com as determinações da lei que o estabelece como datum oficial do Brasil, quanto com a base existente no ambiente AGDS cujo datum é WGS 84⁵⁸.

A forma de alimentação dos dados no banco de dados ocorre através das soluções cliente ArcGis Desktop. Formas poligonais, lineares ou pontuais são incorporadas ao banco de dados ArcSDE, sem necessidade de customizações de interfaces inteligíveis para esta entrada, pois as funcionalidades já existem no software cliente.

3.4.1.2.2 Camada Cliente

As soluções ArcGIS Desktop, divididas em três níveis de funções: ArcInfo, ArcEditor, ArcView, possibilitam aos usuários trabalhar com dados espaciais a partir de inúmeras ferramentas já disponibilizadas nos programas e sem necessidade de customizações avançadas. No caso de Furnas, especificamente, foram adquiridas licenças de ArcView e ArcEditor.

O primeiro possibilita na análise espacial e utilização das informações geográficas no mapeamento. Já o segundo incorpora estas funcionalidades e acrescenta a edição e criação de dados em nível avançado, sendo especialmente importante quando estes encontram-se organizados em bancos de dados.

⁵⁸ Esta compatibilidade foi aferida após extensos estudos do IBGE.

As aplicações inclusas na solução desktop, ArcGIS, dessa fabricante são: ArcMap, ArcCatalog e ArcToolBox.

No ArcMap estão as ferramentas para mapeamento e edição de dados geográficos contidos em várias fontes. São também feitas pesquisas e análises espaciais. Este software representa os dados como uma coleção de camadas (*layers*) e outros elementos (legendas, escala, seta indicativa do norte, etc.) que passam a constituir projetos (ESRI, 2006).

O ArcCatalog possibilita aos usuários organizar e gerenciar todas os dados geográficos com os quais trabalha. A partir dele são mantidos metadados, manipulados modelos de dados de geodatabases (importação, exportação e definição), geridos serviços SIG; e, principalmente no caso de Furnas, administrados⁵⁹ os dados geográficos armazenados no banco de dados ArcSDE.

Já o ArcToolBox incorpora uma coleção de ferramentas de geoprocessamento que podem ser usadas tanto sobre o ArcCatalog quanto sobre o ArcMap. Transformações de coordenadas e projeções, por exemplo, são feitas através desta ferramenta.

Resumidamente pode-se inferir que tal conjunto de programas possibilita aos usuários analisar o impacto dos empreendimentos no espaço geográfico, estabelecer estratégias para reduzi-los no âmbito dos estudos dos empreendimentos e espacializar a atuação de programas ambientais.

Atualmente, Furnas não possui aplicações específicas desenvolvidas sobre os softwares ArcGIS Desktop, no entanto, existe uma customização em ambiente web utilizando o software ArcIMS cujo intuito é disponibilizar dados geográficos específicos de projetos de meio ambiente via Intranet. Tal aplicação ainda não está implantada na Empresa já que é necessária a construção da base de dados corporativa, onde dados de projetos de meio ambiente serão incorporados ao ArcSDE.

⁵⁹ São alimentados, excluídos e organizados.

3.4.1.2.3 Arquitetura Geral

Atualmente, existe um servidor que hospeda o software ArcGis Server 9.2 e incorpora, também, consequentemente, o ArcSDE e o software ArcIMS. O servidor Oracle, repositório dos dados, situa-se em outra máquina conforme Figura 20.

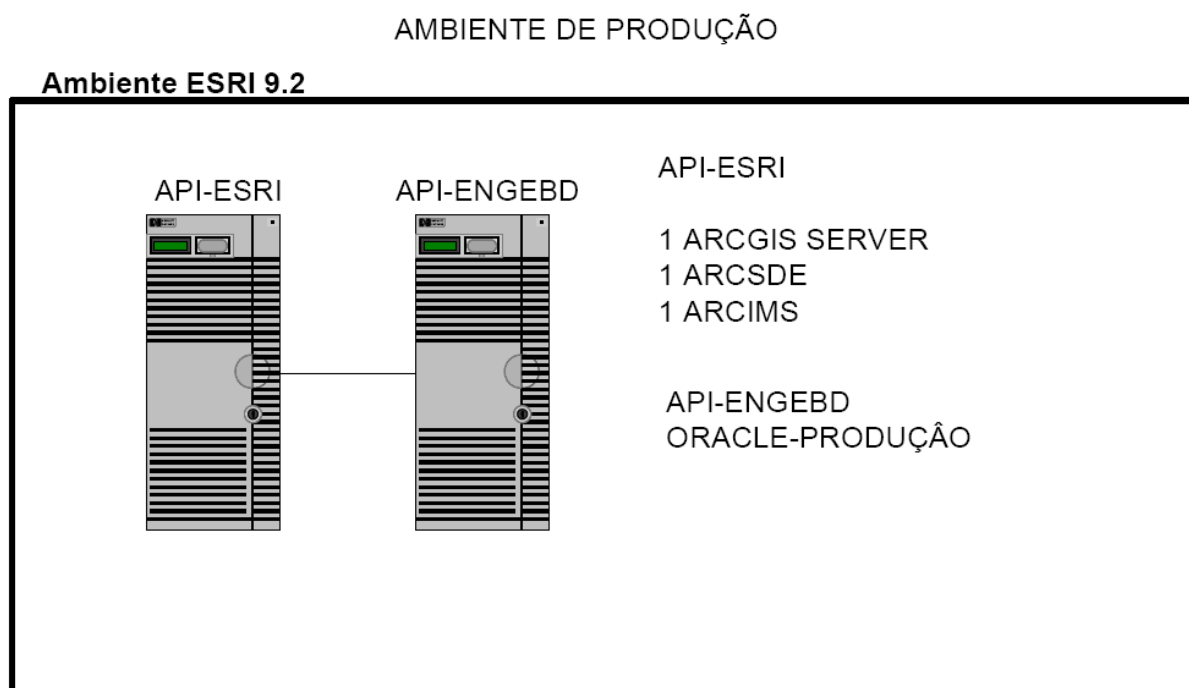


Figura 20 - Arquitetura ESRI em produção de Furnas

As máquinas dos usuários especialistas com ArcGis Desktop distribuem-se por vários departamentos da empresa acessando essencialmente dados locais, em função de seus estudos específicos. Entretanto, os usuários do Departamento de Engenharia Ambiental acessam, além de dados armazenados como arquivos no servidor, em formatos diversos e organizados por empreendimento, o banco de dados ArcSDE. A demanda por interoperabilidade existe pois há a necessidade de distribuição, a outros órgãos da empresa, destas informações de forma direta.

Mantêm-se um ambiente de homologação com o mesmo ArcGis Server 9.2 (com ArcSDE e ArcIMS) no intuito de serem realizados testes ou manutenções evitando-se que, caso haja algum problema, ocorra diretamente no ambiente de utilização dos usuários, o de produção. Portanto, o conjunto de programas ESRI fisicamente distribui-se em: homologação e produção (Figura 20, Figura 21 e Figura 22).

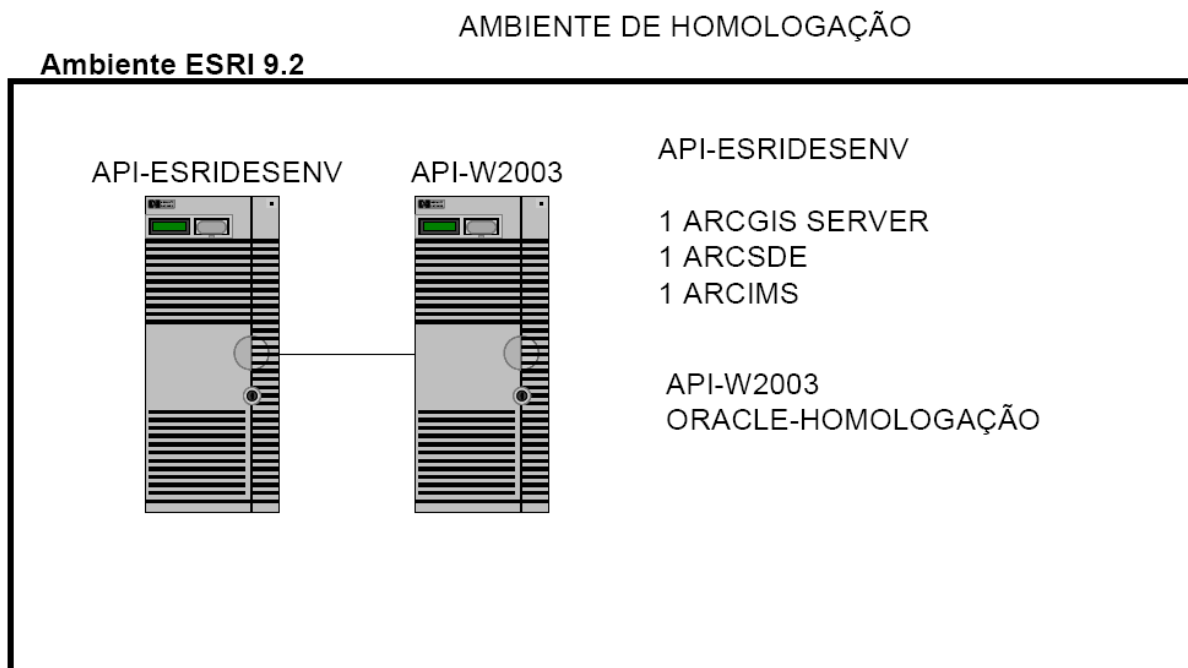


Figura 21 - Arquitetura ESRI em homologação de Furnas.

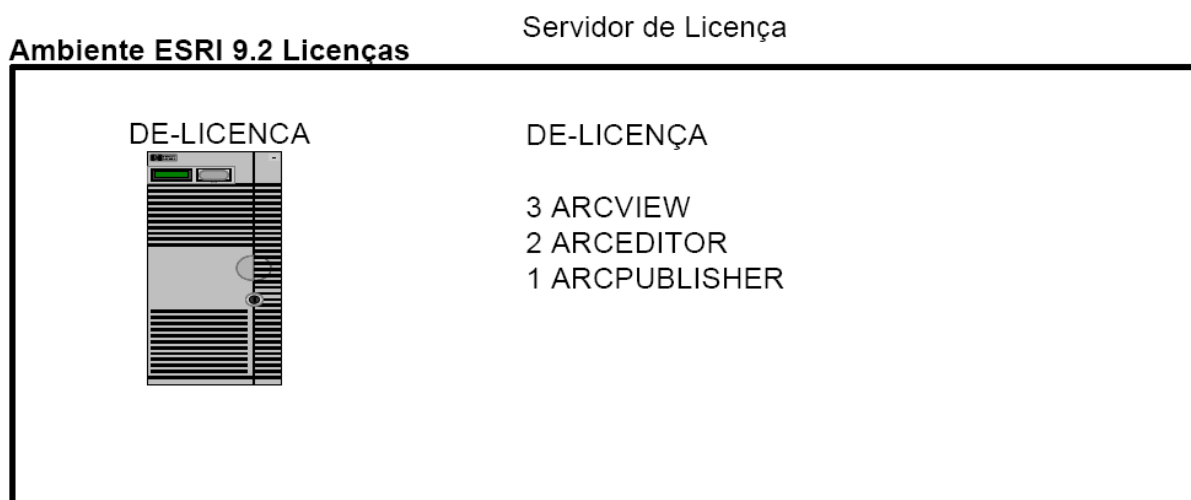


Figura 22 – Servidor de Licenças ESRI.

3.4.1.3 Oracle

Segundo Câmara & Medeiros (1998), um SGDB é um sistema de banco de dados que funciona independentemente do sistema aplicativo, armazenando os dados em arquivos no disco rígido e carregando-os em memória para sua manipulação.

Dentre as vantagens do armazenamento em SGBD objeto-relacionais (SGBDOR) estão: acesso concorrente, a escalabilidade, a segurança dos dados, backup, conectividade com outros bancos de dados existentes e extensibilidade, ou seja, a possibilidade das aplicações incorporarem cartuchos para funções específicas como, por exemplo, o Spatial, do próprio Oracle e o de transções longas⁶⁰ do AGDS. (CÂMARA et. al, 2005)

Para atender à evolução dos SIGs, os SGBDOR foram estendidos para tratar tipos de dados geográficos, chamados de Sistemas de Banco de Dados Geográficos ou extensões espaciais que fornecem funções e procedimentos para armazenar, acessar e analisar dados geográficos em formato vetorial. Dentre as versões comerciais disponíveis estão: Oracle Spatial, IBM DB2 Spatial Extender e Informix Spatial Datablade. Há ainda a extensão PostGIS para o SGBD PostgreSQL, que é objeto-relacional, gratuito e de código fonte aberto. (FERREIRA, 2003)

Segundo Câmara et al. (2005), um banco de dados espacial provê um esquema padrão de linguagem, SQL, e funções que facilitam o armazenamento, a recuperação, atualização e uma coleção facilidades para o uso em pesquisas espaciais e consiste em quatro principais componentes:

- ✓ Esquema que define o armazenamento, sintaxe e semântica dos tipos geométricos suportados;
- ✓ Mecanismo de indexação espacial;
- ✓ Grupo de operadores e funções para fazer as pesquisas espaciais;

⁶⁰ Long Transaction

- ✓ Utilitários administrativos.

O atributo espacial de um dado é a descrição geométrica de sua forma, modelada a partir de um conjunto ordenado de tipos primitivos, em alguma coordenada espacial, e é referida como sua geometria.

Os SGBDs que não possuem extensão espacial armazenam os dados geográficos vetoriais em campos longos binários, chamados de BLOB. Já os SGBDs que possuem essa extensão, como o Oracle Spatial, armazenam esses dados em tipos de dados específicos. Mas, em todos os SGBDs, os dados matriciais são armazenados em BLOBs, pois nenhuma extensão espacial oferece recursos para tratar esse tipo de dado. (FERREIRA, 2003)

No Oracle Spatial, as feições espaciais (ponto, linha e polígono) são armazenadas em um campo do tipo SDO_GEOMETRY (spatial_data), que é um objeto espacial fornecido pela extensão. Neste caso, outras informações referentes às feições não precisam ser armazenadas explicitamente, pois podem ser adquiridas através de métodos do objeto SDO_GEOMETRY. (FERREIRA, 2003)

Segundo Engenhofer et al (1989) apud Ravada & Kanth, 2001

Oracle Spatial models its spatial data using an *sdo geometry* data type which conforms to the OGC (Open GIS Consortium) standard. Oracle Spatial supports two types of spatial indexes for indexing spatial data: an R-tree, and a Quadtree index. These indexes are implemented using the extensible indexing framework of Oracle and incorporate and enhance some of the best proposals from existing spatial indexing research.

Os dados espaciais podem ser pesquisados, através de vários critérios como: interseção, contém, está contido, “toca”, igual a, proximidade, entre outras.

No banco de dados, há a nítida separação entre representação (a codificação da geometria) e apresentação (parâmetros de visualização) da informação geográfica já que a primeira é gerenciada pelo SGBDOR enquanto a segunda pelo SIG. (DAVIS, 2001)

Apesar de existirem alguns SGBDOR Oracle em Furnas Centrais Elétricas de

responsabilidade de setores distintos, existe somente um dotado do cartucho espacial que atende aos SIG existentes na Empresa.

3.4.2 Evolução do(s) SIG

Em meados da década de 90, a API.E de acordo com solicitação do Departamento de Engenharia Civil (DEC.E) e do Departamento de Engenharia Ambiental (DEA.E) iniciou os estudos sobre softwares de tratamento de imagens de satélite.

Neste período houve grande evolução dos softwares de geoprocessamento comerciais, o que resultou num aumento gradativo de sua utilização em Furnas por setores que manipulavam imagens de satélite. O primeiro software adotado, após processo licitatório, foi o SPRING, programa desenvolvido pelo INPE.

No final da década de 90 e início dos anos 2000, outros órgãos passaram a utilizar softwares específicos de análise espacial como: Microstation Descartes e Geographic, fornecido pela Bentley e ArcView, da ESRI, em suas versões iniciais. No entanto, ainda eram empregados de forma pontual.

O desenvolvimento de ambiente SIG um pouco mais consolidado iniciou-se em 2000 para atender a uma exigência do órgão de meio ambiente do Estado de Mato Grosso (FEMA) para renovação da Licença de Instalação da Usina de Manso, empreendimento absorvido por Furnas e, anteriormente, sob responsabilidade da Eletronorte. A FEMA requeria o estabelecimento de vários Programas Ambientais, dentre eles o “Programa de Implantação do Sistema Geográfico de Informações” (FEMA, 1998)

Este SIG atendia exclusivamente ao Departamento de Engenharia Ambiental. As temáticas e os dados espaciais foram escolhidos em função dos outros Programas Ambientais em implantação da Usina. Os arquivos eram armazenados em formato shape file (SHP) e manipulados pelo programa ArcView que foi customizado. Posteriormente, foi executado

para as Usinas do Rio Madeira, nos estudos de viabilidade, um projeto semelhante.

3.4.2.1 Autodesk

Somente, no final dos anos 90, especificamente em 1999, iniciou-se o estudo e construção do SIG corporativo da empresa, ou seja, que atendia a setores distintos simultaneamente. Este foi o primeiro passo para a integração de dados, sistemas e órgãos. A demanda inicial que resultou num projeto embrionário surgiu a partir da consolidação e desenvolvimento de outro projeto: o SISDAT, Sistema de Detecção de Descargas Atmosféricas.

Furnas desenvolve pela APIE, desde o ano de 1998 o SISDAT. Este projeto faz parte de uma rede em nível nacional denominada RINDAT, Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas, que é formada por diversos sensores espalhados pelo país que obtém a localização de descargas atmosféricas.

A RINDAT é uma rede de sensores e centrais que permitem detectar em tempo real as descargas atmosféricas nuvem-solo, isto é, a maior parte das descargas que atingem o solo, em parte do território brasileiro. A RINDAT foi criada a partir de um convênio de cooperação técnico-científico entre quatro instituições: a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), FURNAS (Furnas Centrais Elétricas), o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e o SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná).

O sistema possibilita às empresas do setor de energia e órgãos governamentais interessados estudar a dinâmica das descargas atmosféricas através do tempo. Estas informações armazenadas em banco de dados possibilitam resguardar as empresas de possíveis multas de desligamentos de linhas de transmissão. São feitas análises pelos técnicos do posicionamento das descargas e das LTs e estudada a probabilidade em relação a precisão dos sensores sobre o desligamentos.

Através da RINDAT é possível identificar as áreas mais suscetíveis aos raios e, conseqüentemente reforçar a segurança das LTs contra as intempéries. No entanto, para afirmar com segurança a causa de um desligamento por queda de raios, Furnas percebeu a necessidade de georreferenciar suas LTs de modo que, ao cruzar as informações em softwares de análise, pudesse obter um resultado confiável. Anteriormente, em Furnas os traçados das LTs eram considerados retos para visualização em mapas, ou seja, ligavam diretamente uma subestação à outra e isso não correspondia à realidade já que há inúmeros obstáculos como: áreas de proteção ambiental, áreas indígenas, relevo acidentado, áreas urbanas e outros, que ocasionam a mudança no posicionamento da LT.

Assim, a Empresa poderia se justificar junto à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) evitando possíveis multas ou danos à sua imagem institucional junto a sociedade dados os impactos e transtornos decorrentes da falta de energia elétrica. Conseqüentemente a Empresa viu-se impelida a adotar um Sistema de Informações Geográficas que gerenciasse suas informações espaciais de Linhas de Transmissão disponibilizando-as para o RINDAT. Surge então o Sistema de Informações Geográficas de Furnas (GISFURNAS).

Inicialmente foram feitos estudos prévios com diversos softwares de geoprocessamento verificar qual solução atenderia ao problema e objetivos já definidos.

Partiu-se do princípio que as informações geográficas deveriam estar armazenadas num único banco de dados eliminando-se assim a possível perda de consistência quando coexistem várias bases replicadas.

De forma pioneira nestes estudos, Furnas percebeu a importância de desenvolver um SIG que pudesse ser disponibilizado, via tecnologia web, e centralizado em um servidor. Naquela época a ascensão das tecnologias web e dos denominados SIG Web (Câmara & Medeiros, 1998) permitiam que todos visualizassem e utilizassem simultaneamente as mesmas informações, através de Intranets ou da Internet, contribuindo fortemente para o

aumento da confiabilidade dos dados, eliminando o retrabalho e reduzindo o tempo necessário de acesso às informações geográficas.

Os dados georreferenciados foram publicados através da *web*, inicialmente em ambiente Intranet, para disponibilização aos usuários de vários escritórios e órgãos espalhados pelo país de forma rápida e barata, utilizando-se da rede interna da Empresa. Para tanto, foram definidos os softwares: Autodesk Mapguide para disponibilizar dados geográficos na web e o Autocad Map para manipulação das bases geográficas. A escolha pautou-se na grande utilização, na época, do software Autocad pelos técnicos o que facilitaria a manipulação da extensão Map, que possui a mesma interface do Autocad.

A publicação web demandava integração com o formato adotado e, portanto, optou-se pela mesma fabricante. Os dados geográficos eram trabalhados em Autocad Map e gerados no formato adequado para o software Autodesk Mapguide executar sua publicação em ambiente Intranet.

Naquele momento, não foram adotados softwares livres devido a complexidade dos sistemas que seriam desenvolvidos o que demandaria suporte ao produto por alguma empresa com experiência no ramo. Além disso, não havia sistemas de maior porte implementados exclusivamente com software livre. Portanto, durante o estudo técnico anterior a implementação, não havia parâmetro suficiente para subsidiar esta escolha.

Paulatinamente foram sendo georreferenciadas as linhas de transmissão de forma a alimentar a base de dados e atender ao projeto SISDAT e ao novo projeto denominado GISFurnas. Na época, a APLÉ foi o órgão responsável por este estudo coordenando estes trabalhos. Posteriormente foi incumbida de coordenar e gerenciar quaisquer projetos relacionados com geoprocessamento com interesse corporativo dentro da Empresa. Dada a grande área de atuação de Furnas, em grande parte do território nacional, foi definida a utilização de coordenadas geográficas para o armazenamento, coleta e distribuição das

informações georreferenciadas.

As ferramentas básicas utilizadas no sistema eram: o servidor de mapas, Autodesk MapGuide Server; o servidor Internet, Microsoft Internet Information Server; e o SGBDOR Oracle.

Os dados alfanuméricos constavam no Oracle, assim como dados geográficos exclusivamente pontuais. Um dos principais recursos do Autodesk MapGuide é a capacidade de representar informações gráficas dinamicamente a partir dos dados contidos na tabela do banco de dados. Este recurso permite, por exemplo, a representação dinâmica das regiões com incidência de queimadas⁶¹ e de quedas de raios. Já arquivos mais complexos, como polígonos e linhas eram armazenados em arquivos SDF e SIF (Figura 23).

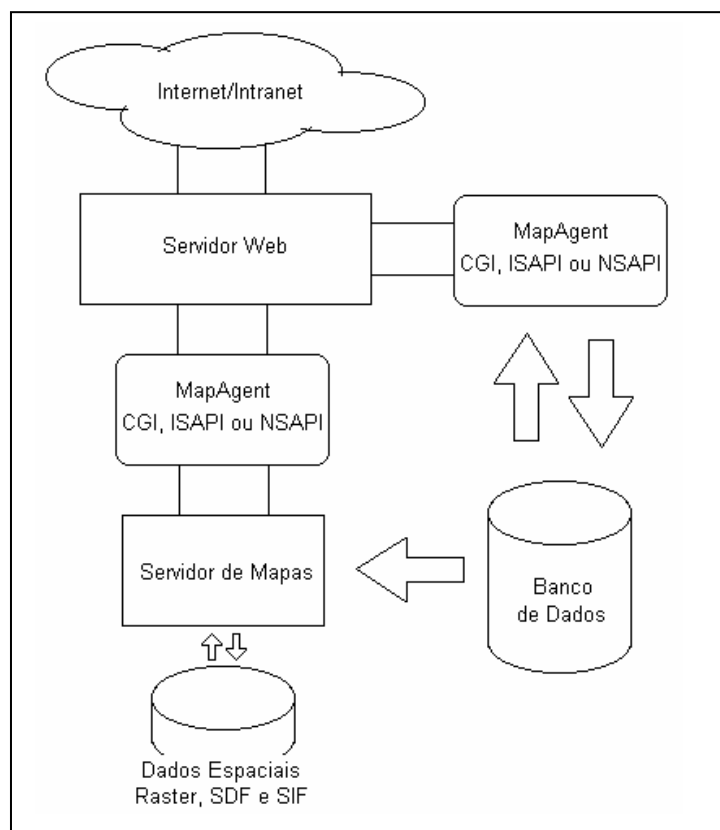


Figura 23 – Estrutura Básica de Comunicação entre as ferramentas do sistema.

Os seguintes componentes faziam parte da estrutura básica de navegação do sistema:

⁶¹ Informação pontual coletada pelo INPE e enviada para Furnas por FTP, sendo alimentada no banco de dados e estando presente no GISFURNAS

página inicial, instalação dos visualizadores de mapa, os menus de controle das páginas, apresentação dos sistemas elétricos (linhas de transmissão, usinas e subestações), apresentação das informações gerais, apresentação dos sistemas de telecomunicações, meio ambiente, patrimônio imobiliário, manutenção, RINDAT e esquemas unifilares (DWG).

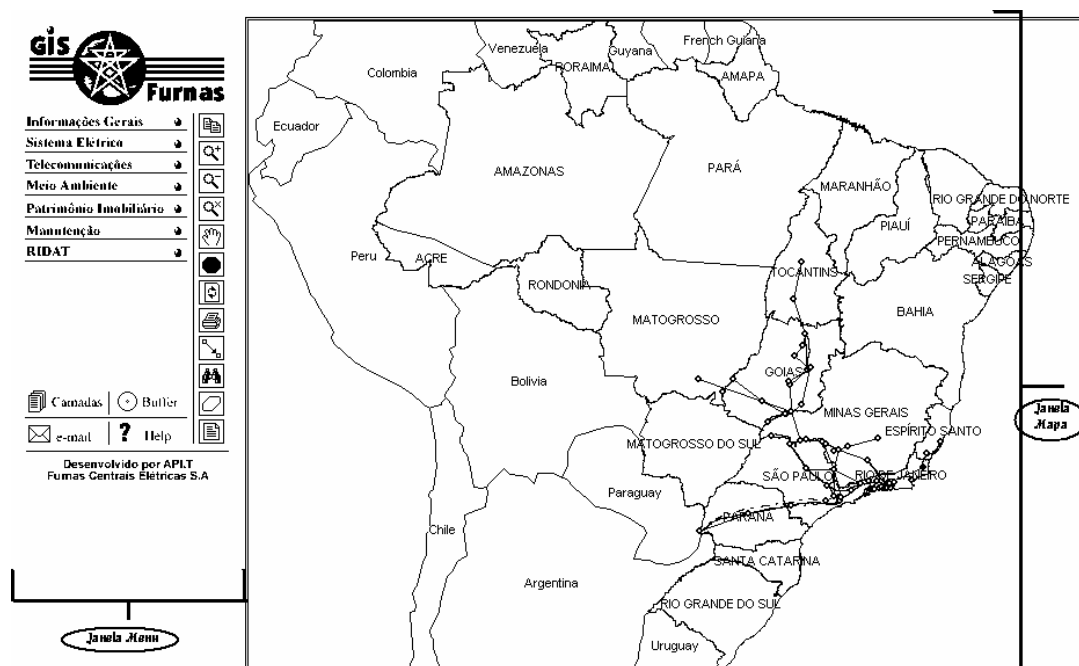


Figura 24 – Aspecto da página inicial do GISFURNAS no ano de 2001

Fonte: FURNAS, 2001

Contando com o auxílio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Furnas definiu o datum a ser utilizado pelo SIG, o WGS84 (World Geodetic System), de acordo com a tendência mundial de se estabelecer datums de origem geocêntrica. Tal escolha mostrou-se ser acertada já em 2005, quando foi estabelecido como datum oficial para o Brasil, o SIRGAS 2000, porquanto ambos, WGS84 e SIRGAS 2000, para fins práticos, são compatíveis entre si, contando com diferenças de centímetros. Isto eliminou qualquer tipo de esforço na conversão para a Empresa destes dados. Entretanto, há uma ampla gama de outros dados geográficos em sistemas não geocêntricos, como, por exemplo, o SAD69, que não

fazem parte do GISFURNAS e precisarão ser convertidos no futuro.

O SIG em Furnas causou a modificação de processos na Empresa. Os departamentos de manutenção e operação de Linhas de Transmissão distribuídos por todo o Brasil foram treinados para utilizar GPS de forma que, para qualquer alteração no posicionamento de torres, ou, dada a entrada em operação de uma nova LT os pontos fossem coletados para serem incluídos no SIG.

3.4.2.1.1 Primeira Ampliação

No ano de 2001, foi iniciada a primeira ampliação do GISFURNAS. Com a grande utilização do sistema por vários órgãos da Empresa viu-se a necessidade de migrá-lo para uma plataforma SIG mais robusta que tivesse maior escalabilidade para novas aplicações e usuários que surgiam com necessidades distintas, mas adequadas ao ambiente SIG. Diversos órgãos vinculados as Diretorias de Engenharia e Operação perceberam o SIG como um potencial divulgador das informações que detinham sob sua responsabilidade. Portanto, em função da necessidade de ter compatibilidade com a solução anteriormente existente foi mantida a Autodesk como fornecedora da nova solução, após estudos de viabilidade com diversas outras fabricantes. A plataforma AGDS, Autodesk GIS Design Server, foi a escolhida. Anteriormente denominado como Vision, o AGDS mostrou-se um software robusto e adequado para trabalhar com SGBDOR.

Neste momento da evolução do sistema SIG na Empresa, percebeu-se a necessidade de se adotar um SGBDOR adequado que pudesse ser repositório dos dados geográficos necessários para os sistemas a serem desenvolvidos, resultando em integridade, segurança e confiabilidade aos dados. Para tanto, foi adquirido o cartucho espacial (Oracle Spatial).

Apesar de o AGDS possibilitar o armazenamento geográfico no banco de dados sem a necessidade da utilização do Cartucho Espacial, optou-se pela independência em relação ao fabricante para acesso aos dados. A aderência ao padrão OGC também foi implementada e

hoje qualquer informação espacial contida no banco está sob esta padronização. Houve um grande esforço de migração dos dados de bases geográficas segmentadas para o banco de dados.

O principal objetivo da primeira ampliação foi possibilitar aos profissionais de Furnas uma maior qualidade e agilidade no acesso às informações técnicas essenciais à execução de suas tarefas e informações gerenciais necessárias à tomada de decisão. Para tanto, houve uma divisão em três módulos.

No primeiro foi executado o desenvolvimento de facilidades já existentes no GISFURNAS de publicação de diagramas de operação⁶² do Sistema Elétrico de FURNAS na Intranet da Empresa, que passaram a utilizar elementos inteligentes (objetos)⁶³, fazendo uso do AGDS que funciona integrado ao banco de dados Oracle⁶⁴ e com ferramentas de criação e edição de dados geo-espaciais e de publicação WEB hoje utilizadas no GISFURNAS, a saber, AutoCAD Map, Autodesk MapGuide Server e Macromedia ColdFusion Server⁶⁵.

O segundo módulo previa a conversão do GISFURNAS atual para este novo ambiente com o AGDS. Para isso era necessário criar e manter uma base cartográfica armazenada em um banco de dados, onde constariam as informações referentes à área de atuação de FURNAS e de seu Sistema Elétrico, tais como: traçado das linhas de transmissão, estruturas de suporte (torres, pórticos, postes, etc), subestações, usinas, escritórios de Furnas, estações de telecomunicações e de microondas, limites de municípios, estados, áreas especiais, etc.

Para atender aos dois primeiros módulos foram criadas duas aplicações com funcionalidades distintas. A primeira responsável por realizar a manutenção das informações geográficas e alfanuméricas. Também foi construída a aplicação responsável pela manutenção

⁶² Diagramas são esquemáticos de sistemas elétricos de subestações ou usinas. A incorporação dos diagramas ao banco de dados utilizou sistemas de coordenadas planas já que, apesar de a localização não ser fiel a realidade deve estar organizados espacialmente para a exibição correta do esquemático.

⁶³ Anteriormente estes esquemáticos eram disponibilizados via web, a partir do Autodesk Mapguide, como arquivos formato DWG.

⁶⁴ Versão utilizada atualmente é a 9i.

⁶⁵ Macromedia Coldfusion Server é o servidor de aplicações web.

dos diagramas esquemáticos. Ambas através de uma interface integrada ao Autodesk MAP. Além disso, foram feitas adaptações nas aplicações web para publicar na intranet de Furnas as informações geográficas e os diagramas contidos em banco de dados e, em alguns casos, outras fontes⁶⁶.

No terceiro módulo, previa-se a compra do ferramental necessário (softwares) para o funcionamento das aplicações como: AGDS, o cartucho espacial do Oracle e softwares de desenvolvimento das aplicações referidas nos módulos 1 e 2. O prazo para a finalização deste trabalho foi de um ano e existiam equipes da empresa contratada para o desenvolvimento e de Furnas para validação, análise e apoio junto aos usuários, das soluções implementadas.

Após a análise da Figura 25 é possível notar o grau de complexidade adquirido após a conclusão da Primeira Ampliação do projeto. A existência do AGISDS como um software gerenciador dos dados espaciais armazenados no banco de dados, dotou de caráter mais complexo a arquitetura do sistema, já que passou a existir um conjunto de softwares interligados, que denominamos plataforma, fazendo funcionar as aplicações cliente-servidor e web. Esta arquitetura estava dividida em três camadas: cliente, intermediária e servidora.

⁶⁶ Mantiveram-se em arquivos as bases que não foram incorporadas ao banco de dados como, por exemplo, a malha de rodovias.

GISFURNAS		
Autodesk Map 5	Autodesk MapGuide Server 6.0	Rational Rose Enterprise 2000
	AGISDS Data Interface	
Design Fastview		
Autodesk GIS Design Server 8.0		
Oracle Spatial Cartridge		
Oracle Enterprise 9i		

Figura 25 – Visão Geral da arquitetura após conclusão da Primeira Ampliação

Na camada cliente existiam estações de trabalho tipo A e tipo B (Figura 26). As estações tipo A, destinavam-se a acesso, atualização e edição de dados espaciais e alfanuméricos onde estava instalado o Autodesk Map (versão 5), que funciona como uma das interfaces do Autodesk GIS Design Server para o usuário especialista. As estações de trabalho tipo B destinavam-se à realizar consultas espaciais e visualização de elementos geográficos e de seus atributos. Para isso, utilizavam o navegador Internet Explorer e um componente ActiveX (MapGuide Viewer).

A camada intermediária é composta de servidor executando o sistema operacional MS-Windows 2000 Server (Figura 26). Nesta máquina encontravam-se: o servidor Web Microsoft IIS (Internet Information Server), o Macromedia ColdFusion Server e o MapGuide Server. O objetivo deste servidor intermediário era servir os dados espaciais e alfanuméricos consultados pelos usuários via navegador das estações tipo B, conforme descrito acima. Adicionalmente foi instalado o software Autodesk MapGuide Interface for GIS Design Server para serem visualizadas as informações gerenciadas pelo AGDS. Outra responsabilidade deste programa é manter a representação gráfica idêntica àquela que o usuário possuía ao trabalhar

com as aplicações desenvolvidas para o Autodesk Map.

A camada do servidor de banco de dados e de aplicação SIG é composta de grandes máquinas especializadas, executando sistema operacional Windows 2000 (Figura 26) que armazenam o banco de dados corporativo e o servidor da aplicação SIG. Os softwares que compunham esta camada eram: Autodesk GIS Design Server 8.0, Oracle 9i Enterprise, Oracle 9i Spatial Data Option (Oracle Spatial).

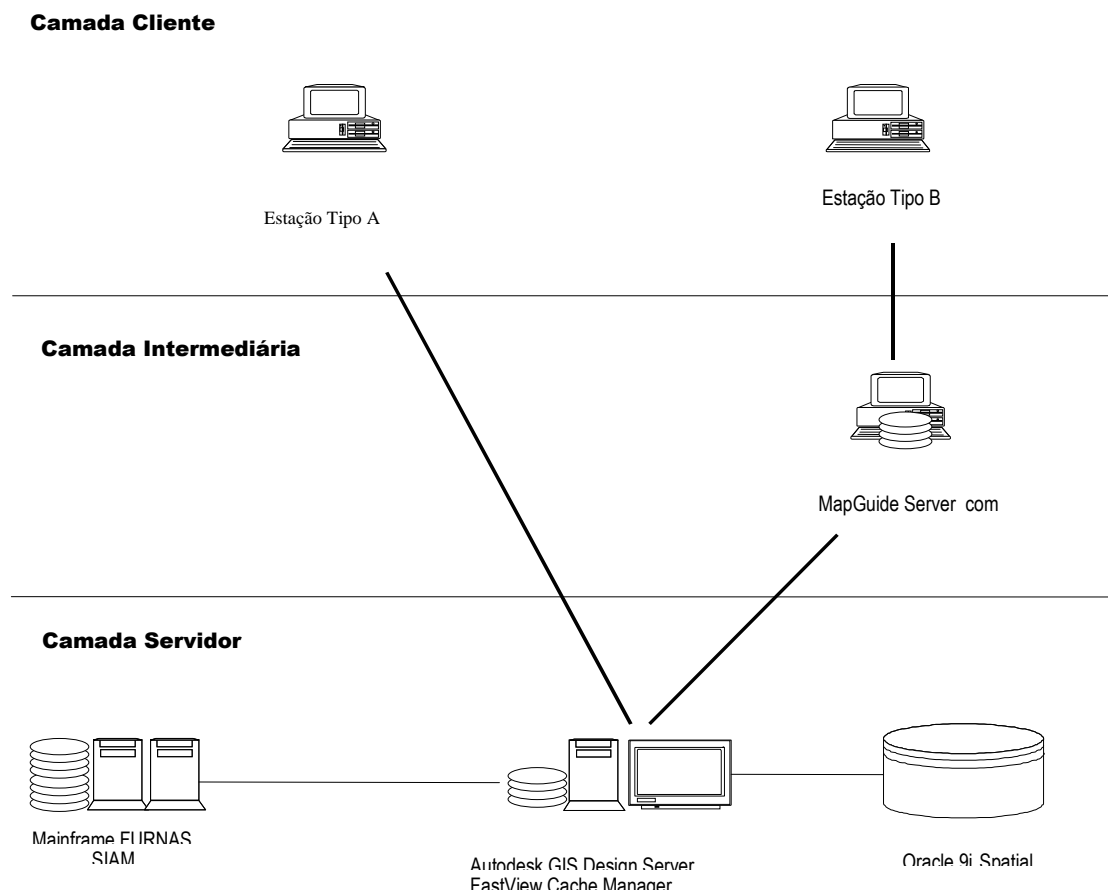


Figura 26 – Arquitetura do GISFURNAS após conclusão da Primeira Ampliação

3.4.2.1.2 Segunda Ampliação e manutenções posteriores

A segunda ampliação, iniciada em 2004, foi composta de 8 módulos⁶⁷, dentre os quais, dada a já consolidada implementação anterior, estavam inclusas: a atualização tecnológica, a adequação dos programas customizados em função das novas versões de softwares que compõem a plataforma, melhorias de funções existentes e, expansão funcional.

Dentre as novas aplicações incorporadas ao GISFURNAS podem ser destacadas: a de publicação e manutenção de diagramas de medição⁶⁸, o Portal de Aplicações em ambiente web para manutenção de dados alfanuméricos e as aplicações em dispositivos móveis tanto relativa à parte geográfica quanto esquemática (diagramas de operação). O prazo total de execução dos serviços foi estipulado em dezoito meses, findo em 2006.

Após a conclusão da segunda ampliação a arquitetura do GISFURNAS alterou-se no que se refere às novas versões dos programas (Figura 27). Dada a complexidade do projeto de atualização, à medida que os softwares evoluem se tornam necessários ajustes e adequações no código das aplicações, de forma a utilizar as novas facilidades incorporadas aos programas ou, simplesmente, para conservar a compatibilidade entre os mesmos.

⁶⁷ Módulo I: Modelagem de Sistema; Módulo II: Atualização Tecnológica; Módulo III: Melhoria Funcional; Módulo IV: Expansão Funcional; Módulo V: Novas Aplicações; Módulo VI: Documentação; Módulo VII: Treinamento da Equipe de Desenvolvimento; Módulo VIII: Software;

⁶⁸ Diagramas esquemáticos de medição.

GISFURNAS			
Autodesk Map 2004	Internet Explorer + Autodesk MapGuide ActiveX Viewer + Macromedia Flash Player		Rational Rose 2002 Enterprise ou Modeler Edition + Visual Studio .NET 2002 + Autodesk ObjectARX 2004
Autodesk OnSite Enterprise	Internet Information Services		
Autodesk GIS Design Server Client Components	Autodesk MapGuide Server + GIS Design Server Interface for MapGuide	MacroMedia ColdFusion Server	
Design Fastview			
Autodesk GIS Design Server 8.2			
Oracle 9i / Oracle Spatial			

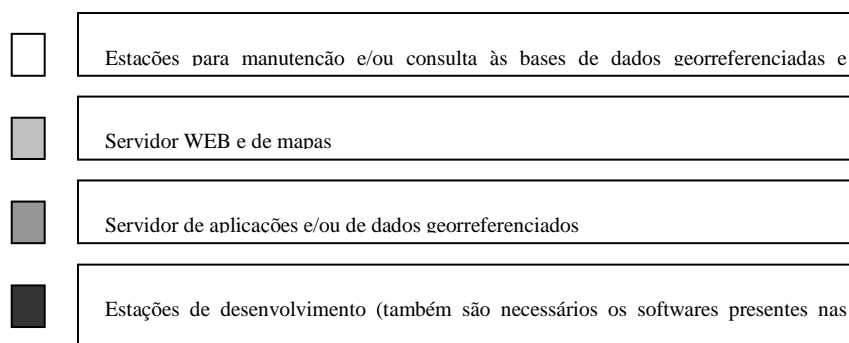


Figura 27 – Arquitetura após conclusão da Segunda Ampliação

A partir da segunda ampliação passaram a existir três ambientes computacionais para o SIG Autodesk: homologação, desenvolvimento e produção. O primeiro destinava-se aos testes dos programas enviados pela empresa contratada para o desenvolvimento da ampliação. Assim que testados e homologados, os códigos iam para os outros ambientes para serem

implantados. Já o segundo destinava-se ao desenvolvimento de programas pela equipe interna do GISFURNAS. O terceiro ambiente, o de produção, é o acessado diretamente pelos usuários das aplicações e que não pode estar indisponível.

No ano de 2007, iniciou-se um contrato de manutenção do sistema, atendo-se basicamente à correção de problemas existentes nas aplicações, implementação de alterações no código incorporação de acertos que possibilitassem ampliações de número de diagramas esquemáticos a serem inseridos no banco de dados, implementação de pequenas funcionalidades adicionais e, principalmente, atualização de versões dos softwares que compõem a plataforma como: Autocad Map 2006 e AGISDS 8.4. Como fato resultante desta atualização está a reformulação de partes das aplicações para manter o funcionamento de toda a solução.

3.4.2.2 ESRI

Iniciado em janeiro de 2005, o processo de constituição da Aplicação de Informações Geográficas da Engenharia Ambiental visava a implantação de um SIG que armazenasse de forma sistematizada e organizada informações ambientais em banco de dados, tanto vetoriais quanto raster. Precisava-se de um ambiente mais robusto que atendesse a vários técnicos do setor de meio ambiente (DEA.E) de forma concorrente em suas análises espaciais e simultaneamente prover segurança, unicidade e confiabilidade dos dados.

Para a escolha da plataforma a análise técnica dos softwares levou em consideração as funcionalidades de análise espacial, importantes para o Departamento de Engenharia Ambiental, principal setor usuário do sistema. Foram adquiridas as licenças dos softwares ArcSDE e ArcIMS, da fabricante ESRI (Figura 28). Na Empresa, já há algum tempo o software ArcGIS, desta mesma fabricante, era utilizado para estas análises. Havia, portanto,

uma grande quantidade de dados em formato proprietário da ESRI, shape (SHP), que gradativamente foram sendo incorporados ao banco de dados Oracle via ArcSDE. Grande parte das bases temáticas comumente utilizadas⁶⁹ tornou-se disponível de forma centralizada.

Em dezembro de 2005, dado o aumento no número de usuários do sistema foi necessário comprar licenças adicionais e implantar um servidor de homologação, onde são executados testes (Figura 29 e Figura 30).

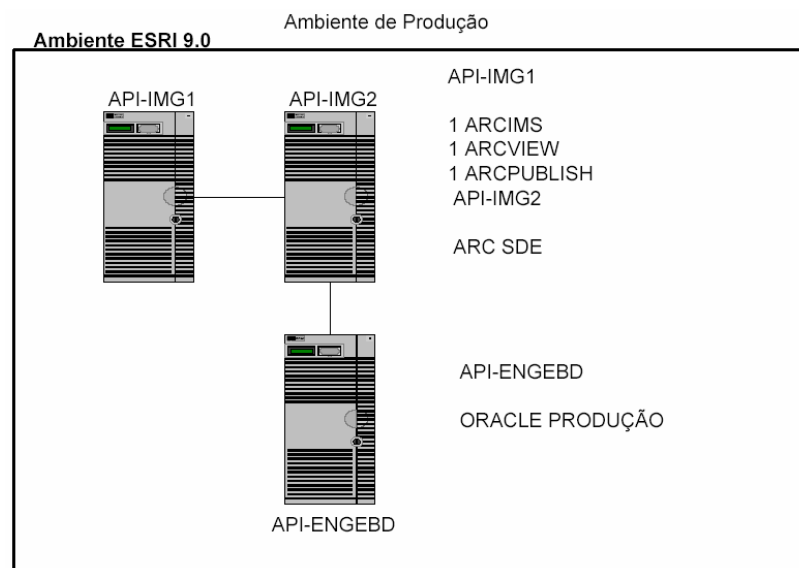


Figura 28 – Ambiente de Produção ESRI em setembro de 2007

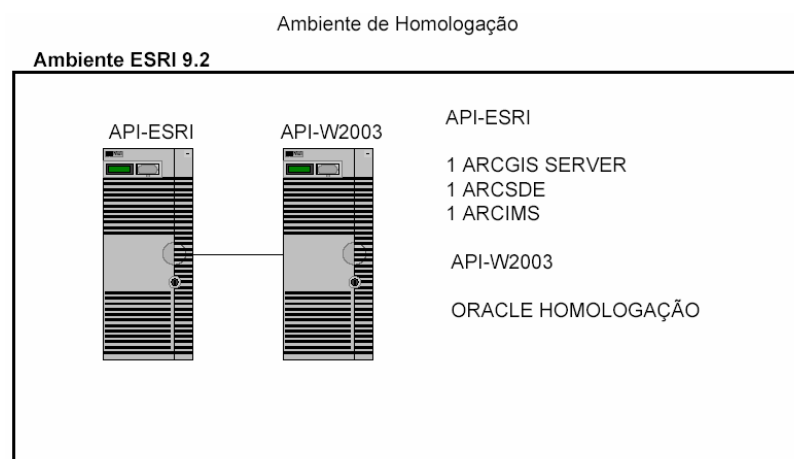


Figura 29 – Ambiente de Homologação ESRI em setembro de 2007

⁶⁹ Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Climatologia e outras.

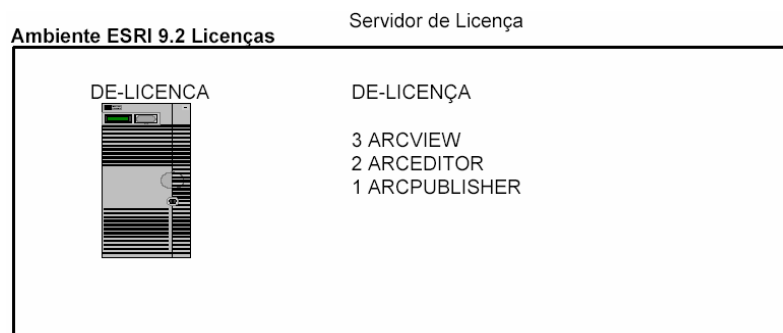


Figura 30 – Ambiente de Licenças ESRI em setembro de 2007

3.5 Interoperabilidade e Integração

A centralização dos dados da Empresa é uma operação complexa que vai além do projeto de banco de dados e padrões de desenvolvimento de aplicações e integração de tarefas. Dentre seus benefícios estão inclusas: a redução na manutenção⁷⁰, melhor sincronização de dados ao garantir acesso de vários setores aos mesmos. A aderência a padrões é outro benefício desta centralização, mas que nem sempre é utilizado.

A falta destes modelos conceituais comuns pode acarretar problemas na troca de dados entre organizações e dentro das mesmas. Dentre os problemas, Câmara (2005) inclui a distorção de dados, perda de qualidade das informações e na definição de atributos e metadados.

Ainda segundo Câmara (2005), este intercâmbio de dados em Sistemas de Informação Geográfica é bastante importante, mas, ao mesmo tempo, mostra-se uma tarefa difícil porque existem incompatibilidades em diversos níveis, seja na forma de armazenamento em banco de dados, seja na conversão entre formatos de dados próprios de cada SIG.

Com o estabelecimento de padrões, cada grupo de usuários poderia escolher a

⁷⁰ Menos redundância, larga acessibilidade aos dados, projeto de banco de dados mais eficaz ao eliminar inconsistência de dados, dentre outros.

ferramenta SIG que melhor se adaptasse às suas necessidades, sem prejuízos aos dados corporativos da Empresa que seriam acessados independentemente do software. No mercado de geotecnologias, há a tendência para esta interoperabilidade entre formatos e formas de acesso aos dados gerenciados por SGBDs.

Em vista desta necessidade já usual em grandes empresas, conforme literatura (CÂMARA & MEDEIROS, 1998; DAVIS JR., 2001; CÂMARA et al. 2005; DAVIS JR., 2006), Furnas iniciou, em 2007, um projeto cujo objetivo é estabelecer uma base corporativa ampliada que dê subsídios a vários setores da Empresa no planejamento e execução dos trabalhos. Atualmente, boa parte das informações geográficas mais relevantes geradas por Furnas sobre os empreendimentos novos, que ainda estão nas fases de planejamento e construção, não são armazenadas no banco de dados espacial corporativo. Este projeto ainda está na fase inicial e comporta os ambientes ESRI e AUTODESK.

Foram definidos pela equipe do GISFURNAS dois empreendimentos prioritários para implementação desta base corporativa de dados georreferenciados: Usina de Santo Antônio, no rio Madeira, e Linha de transmissão Tijuco Preto-Itapeti-Nordeste, em São Paulo. Tais empreendimentos ainda estão em fase inicial, onde estão sendo preparadas as bases legal e técnica para a sua construção. Por isso, há grande interesse na disponibilização de seus dados na medida em que são obras estratégicas para a Empresa com a participação de diversos órgãos. Todos os empreendimentos, inclusive os já construídos e em operação, serão beneficiados deste projeto geral, possivelmente, no futuro.

Esta pesquisa está inserida neste projeto como um ponto de partida que se desdobrará, futuramente, na base corporativa ampliada. Indo de encontro a estas demandas, foi escolhido, adicionalmente, o Programa de Reflorestamento da Usina de Funil como alvo de implementação deste trabalho. É um empreendimento antigo que já possui um projeto ambiental consolidado e que dá visibilidade à necessidade do contínuo acompanhamento dos

impactos no meio ambiente mesmo após o planejamento ou construção, ou seja, durante a operação.

Como etapa necessária coincidente tanto para o objetivo geral desta pesquisa quanto para o projeto corporativo de Furnas, foi implementada a interoperabilidade entre os softwares SIG, atendendo diretamente a consolidação da base corporativa ampliada, de forma pioneira. A articulação dos dois empreendimentos prioritários supracitados a esta base ainda se encontram em vias de implementação, pela equipe do GISFURNAS em conjunto com seus usuários e, em especial, com o Departamento de Engenharia Ambiental (DEA.E).

Portanto, esta pesquisa absorve algumas etapas do projeto geral, ainda não implementadas na Empresa, mas foca na investigação e discussão geográfica das possibilidades advindas desta implementação para a integração de ações entre os órgãos internos enfatizando o planejamento e a gestão.

Para avançar à interoperabilidade, foi necessário delimitar as bases já existentes em banco de dados, que comporiam o processo de integração. Por isso, foram escolhidas, atendendo ao estudo de caso:

- ✓ As linhas de transmissão, torres de transmissão, usinas e subestações existentes no banco de dados AGDS (Autodesk);
- ✓ Municípios, estados, hidrografia e hipsometria no banco de dados ArcSDE (ESRI).

Com os dados já disponíveis, partiu-se para a implementação de configurações necessárias para a construção da interoperabilidade entre as plataformas SIG existentes:

- ✓ em ambiente Intranet sob o software Autodesk Mapguide;
- ✓ em ambiente de análise de especialistas sob o software ArcGIS (ESRI).

Apesar de os dados armazenados já estarem de acordo com o padrão OGC, esta configuração é necessária, pois cada software executa a leitura de forma específica.

No caso específico do Autodesk Mapguide Server, software que disponibiliza as informações via ambiente Intranet do GISFURNAS, criou-se uma fonte de dados⁷¹ específica para estabelecer a conexão com o Oracle Spatial, possibilitando a leitura dos dados (Figura 31 e Figura 32).

Como a conexão foi feita diretamente com o usuário de banco de dados com direitos de acesso à estas informações (Figura 33), não foi necessária a concessão de permissão no SGBDOR Oracle. Após alguns testes, a configuração foi implementada e todos os dados inseridos no ambiente ESRI (pontos, linhas e polígonos) se tornaram disponíveis em ambiente Autodesk.

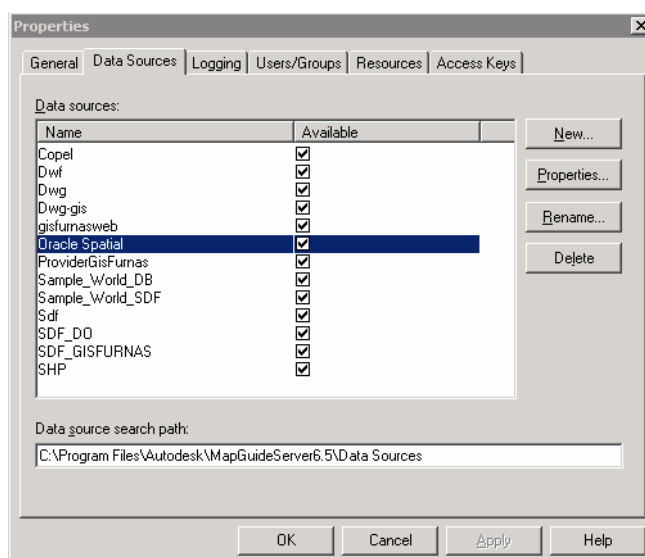


Figura 31 – Fontes de dados estabelecidas para conexão com diferentes bases de dados, inclusive Oracle Spatial.

⁷¹ *Data Source*

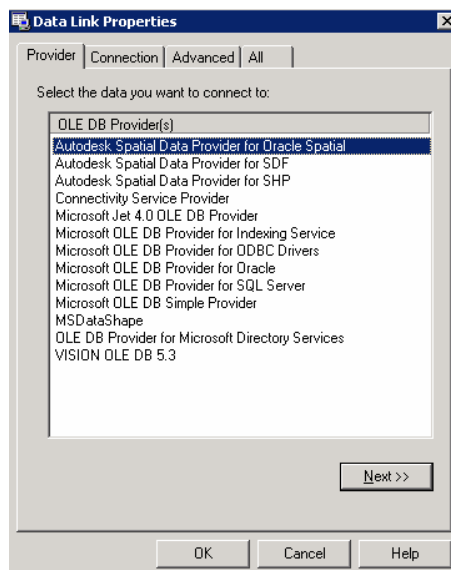


Figura 32 – Definição da fonte de dados específica: *Autodesk Spatial Data Provider for Oracle Spatial*

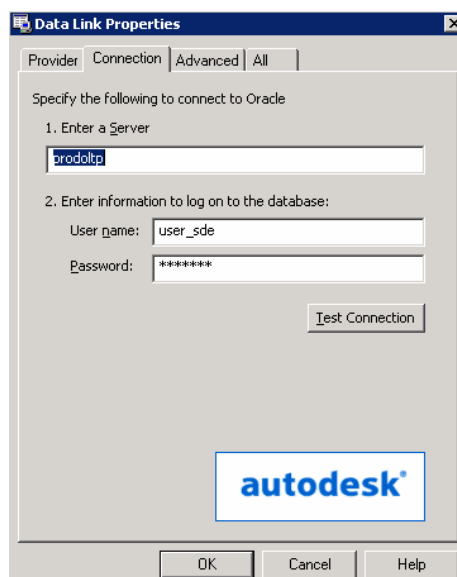


Figura 33 – Conexão com o banco de dados Oracle de produção

Para a implementação da interoperabilidade na outra ponta, ESRI, outros passos foram seguidos. Baseando-se em alguns procedimentos fornecidos pela empresa Imagem⁷², que foram adaptados, foi necessário:

1. Criar visões⁷³ no ambiente Autodesk compostas exclusivamente de uma geometria (ponto ou linha ou polígono) para leitura correta dos objetos pelo ArcSDE;

⁷² Imagem é representante da fabricante ESRI.

⁷³ Visões são tabelas lógicas de um banco de dados que não contém dados.

2. Registrar os metadados necessários, com a configuração do envelope onde os dados estão disponíveis;
3. Registrar a camada no ArcSDE por meio de parâmetros que o identificam, para que este a reconheça.

No banco de dados AGDS, as geometrias da parte geográfica do GISFURNAS apresentavam-se juntas na mesma tabela: pontos, polígonos e linhas. O ArcSDE entende somente um tipo de feição por tabela. Daí foi necessário criar visões desta tabela principal onde são armazenadas as geometrias do GISFURNAS específicas para cada tipo de geometria. A fim de facilitar o acesso futuro dos usuários, as visões foram criadas em função da feição geográfica. Foram geradas três visões: linhas de transmissão (geometria linha), usinas (geometria polígono), torres de transmissão (geometria ponto) e subestações (geometria polígono). Usinas e Subestações, por exemplo, poderiam ter ficado na mesma tabela, mas, a opção de implementação simplifica o acesso dos usuários. O segundo passo também é importante, já que é definido o envelope onde estão contidas as informações no Oracle Spatial.

Finalmente, é registrada a camada no ArcSDE onde são passados os parâmetros como: o tipo de geometria, o usuário de conexão ao banco de dados, o serviço, dentre outros, com o propósito de ser lida corretamente pelo ambiente ESRI a coluna espacial definida diretamente no banco de dados, o Oracle Spatial. A tabela passa a ser registrada na SDE.TABLE_REGISTRY.

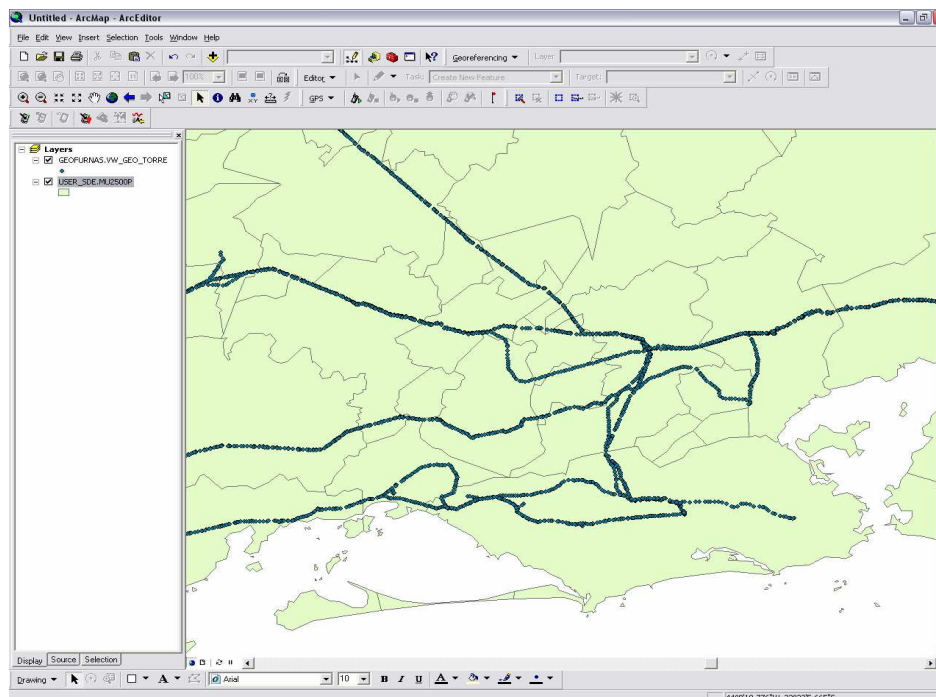


Figura 34 – Exemplo de teste executado no ArcView com dados armazenados no Oracle do ambiente Autodesk (Torres de Transmissão) e ESRI (Municípios)

Mesmo havendo problemas na implementação, com parâmetros adicionais sendo necessários, foi possível estabelecer a conexão direta. No entanto, os dados inseridos por uma plataforma só podem ser lidos pela outra, e não modificados, já que na inserção ou modificação são utilizadas regras específicas de cada software, o que inviabiliza este processo. Portanto, o repositório tornou-se único e o acesso para leitura ocorre independentemente da plataforma, mas a escrita deve manter-se através do software de entrada dos dados (Figura 35).

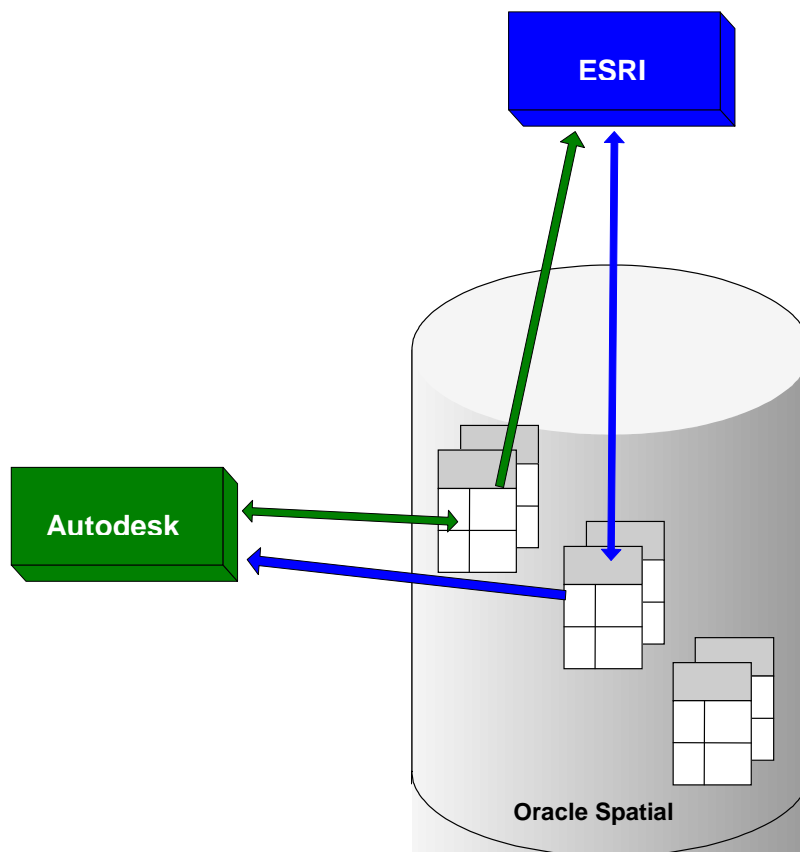


Figura 35 – Esquema de interoperabilidade implementada

3.6 Benefícios atingidos

Após a análise sobre o histórico de implantação de duas soluções SIG que existem em Furnas Centrais Elétricas S.A. chega-se à conclusão de que sua escolha e, conseqüentemente, sua convivência na mesma empresa, fundamenta-se em objetivos específicos de cada uma das áreas. Por demandarem análises geográficas específicas em seu trabalho diário são atendidas por softwares distintos.

No caso específico Autodesk, os setores de operação e engenharia, têm benefícios no que tange ao estabelecimento de complexas regras de engenharia na solução, tanto na parte geográfica (Linhas de Transmissão, Usinas e Subestações), quanto na parte esquemática (Diagramas Unifilares). Além disso, a manipulação complexa de simbologias e sua

correspondência entre o SIG web e a aplicação cliente-servidor, da mesma fabricante é importante. A robustez e escalabilidade encontradas são outros pontos positivos.

O ambiente ESRI, tornou-se diferenciado pela existência de inúmeras funções de geoprocessamento já implementadas nos softwares desktop (ArcGIS Desktop). O armazenamento de informações no banco de dados SDE também foi necessário dado o objetivo de disponibilizar estes dados a outros setores da empresa. A facilidade encontrada na incorporação de dados complexos ao banco de dados, como linhas e polígonos, através de interface simples, é outro ponto positivo. Atendem, prioritariamente, o setor de meio ambiente e áreas da construção (DC) e de patrimônio imobiliário (DPI.E).

Pode-se concluir que ambos os ambientes identificados na presente pesquisa são complementares e aperfeiçoam a tomada de decisão específica dos departamentos de acordo com sua responsabilidade dentro da Empresa. Este é um dos grandes benefícios com a implementação da interoperabilidade, ou seja, a melhor utilização de cada ambiente integrando dados. As consultas espaciais são executadas independentemente da plataforma, acessando bases diversificadas, mas necessárias tecnicamente para a tomada de decisão.

Há maior disseminação das informações, o que possibilita sua maior consistência através da participação e interação de diversos órgãos da Empresa que, utilizando-as, identificam possíveis inconformidades. Especificamente, no caso dos técnicos de campo, que trabalham diretamente com os ativos espalhados pelo Brasil, este retorno é ainda mais visível⁷⁴.

A estratégia adotada de disponibilização web já assegurava rapidez na obtenção de dados e, conseqüentemente a otimização do tempo. Com a construção da interoperabilidade, não só através da web, que abrange usuários de níveis técnicos diversificados, mas também no ambiente dos especialistas que farão análises geográficas, esta rapidez foi obtida.

⁷⁴ Dado o volume, abrangência geográfica dos dados e número de órgãos responsáveis pelas informações é difícil manter consistidas todas as informações. Por isso, a participação dos técnicos é necessária.

Foi superada a impossibilidade (ou dificuldade) de leitura de informações importantes contidas no banco de dados, relacionadas à geometria, que resultava numa conversão de dados complexa, demorada e, por vezes, ineficiente.

As responsabilidades distribuídas entre os departamentos, filosofia adotada desde os primeiros passos do GISFURNAS, proporciona unicidade nas informações e minimização de erros. Estes benefícios ampliaram-se com a constituição da interoperabilidade já que outros setores foram incorporados ao funcionamento das engrenagens dos SIG interoperáveis se adequando a elas.

Conseqüentemente, a Empresa, por manter centralizadas as informações correntes, disponíveis dentro da organização, elimina o desperdício de tempo e inconsistência no processamento de dados e aperfeiçoa a tomada de decisões balizadas por maior confiabilidade no SIG e maior qualidade e integridade de suas informações.

Ressalta-se, por fim, que nem todos os dados se tornaram interoperáveis, devido às restrições criadas pelos departamentos em função da confidencialidade dos mesmos ou de sua especificidade.

3.7 Problemas encontrados

Ainda que exista uma discussão crescente sobre interoperabilidade e haja a aderência de grandes empresas do setor de geoprocessamento às instituições internacionais que tratam da padronização de dados, não é simples alcançar a integração. Implementações diferentes e específicas para cada software acabam necessitando de ajustes e adequações na forma de acesso ou de seu armazenamento. Apesar de serem partícipes do Consórcio OGC, os fabricantes ESRI e Autodesk possuem mecanismos específicos para o acesso e disponibilização dos dados, que precisam ser estudados e testados, antes de serem efetivamente implementados.

Dentro da Empresa, mesmo com a possibilidade de integração no que se refere ao

caráter tecnológico, é preciso vencer resistências de órgãos, ou mesmo de técnicos que são reticentes quanto ao compartilhamento de informações e sua conseqüente disponibilização para outros setores. Este problema resulta em utilização extra de recursos na manutenção de outros programas não integrados e aumenta custos indiretos porquanto é necessário tempo para solicitações, conversões, e cessão do dado. A evolução do pensamento corporativo pelos empregados e gerentes e as demandas de maior rapidez na apresentação de resultados e tomadas de decisão indicam que estes problemas ainda existentes tendem a ser reduzidos.

A utilização de softwares comerciais ocasiona também desvantagens, na medida em que há um gasto excessivo com licenças e suporte da empresa representante no país⁷⁵. Além disso, possíveis rupturas tecnológicas ocasionam mudanças bastante fortes na arquitetura e organização interna de softwares, e isto gera incompatibilidades diversas entre a versão existente já instalada e em correto funcionamento.

O problema de mudanças tecnológicas nos programas e atualizações de versões é difícil em qualquer SIG onde haja muitos componentes interligados que tornem a solução complexa. Tal situação ocasiona processos de migração, nem sempre possíveis entre as versões, dada a perda de funcionalidades ou por serem demasiado custosos. Além disso, aplicações desenvolvidas na versão anterior, com linguagens específicas, requerem adequações ou reprogramação dos códigos customizados, para que funcionem adequadamente.

Por vezes, entre softwares do mesmo fabricante, foi identificada falta de compatibilidade. Ao mesmo tempo, descontinuidades de programas que se tornam obsoletos são comuns em um mercado muito dinâmico e instável como o de geoprocessamento. Isto pode ocasionar a perda de recursos investidos e o tempo dispensado em desenvolvimento de

⁷⁵ Entretanto, conforme já discutido anteriormente, é difícil implementar soluções livres quando as atividades ligadas ao SIG possuem grande complexidade e quando o sistema está ligado diretamente a execução de tarefas sensíveis e urgentes para as empresas que demandam um suporte constante para resolução de problemas.

aplicações baseadas nestes softwares. As estratégias das empresas de software, cuja abrangência passa a ser mundial e cujo portfólio de produtos é diverso, podem, portanto, estar em descompasso com os objetivos das corporações que os utilizam causando-lhes problemas bastante relevantes.

Percebe-se que determinadas aplicações e objetivos em SIG são alcançados de maneira mais eficiente em soluções específicas. Torna-se, então, um problema, quando se vislumbra mudar de software, por alguma inconveniência encontrada. Caso a solução seja complexa ou muito específica, é difícil migrar para outro programa, pois além de consumir recursos, dificilmente, há a garantia de funcionamento idêntico.

Descrições e análises espaciais, muito embora algumas sejam significativamente superficiais, tornaram-se parte das mais diversas ciências, naturais ou humanas. Tornou-se freqüente a utilização do SIG em: Saúde, Educação, Medicina, Marketing e outros, além da usual utilização em Cartografia, Geografia, Geologia, Energia e Telecomunicações.

Com esta evolução, o caráter anteriormente restritivo do SIG dá lugar a uma visão de um ferramental de fácil absorção. Daí surge a percepção do valor agregado e do benefício conseqüente. E esta disseminação do SIG se traduz em disponibilidade, facilidade de uso, integração e especialização. Neste ínterim é comum a tendência de entendimento do SIG de forma demasiada simplificada (FRANCISCO, 2003). Este é um problema que também deve ser combatido.

4 ESTUDO DE CASO: PROJETO FUNIL – REFLORESTAMENTO NA USINA DE FUNIL – ITATIAIA (RJ)

4.1 Histórico

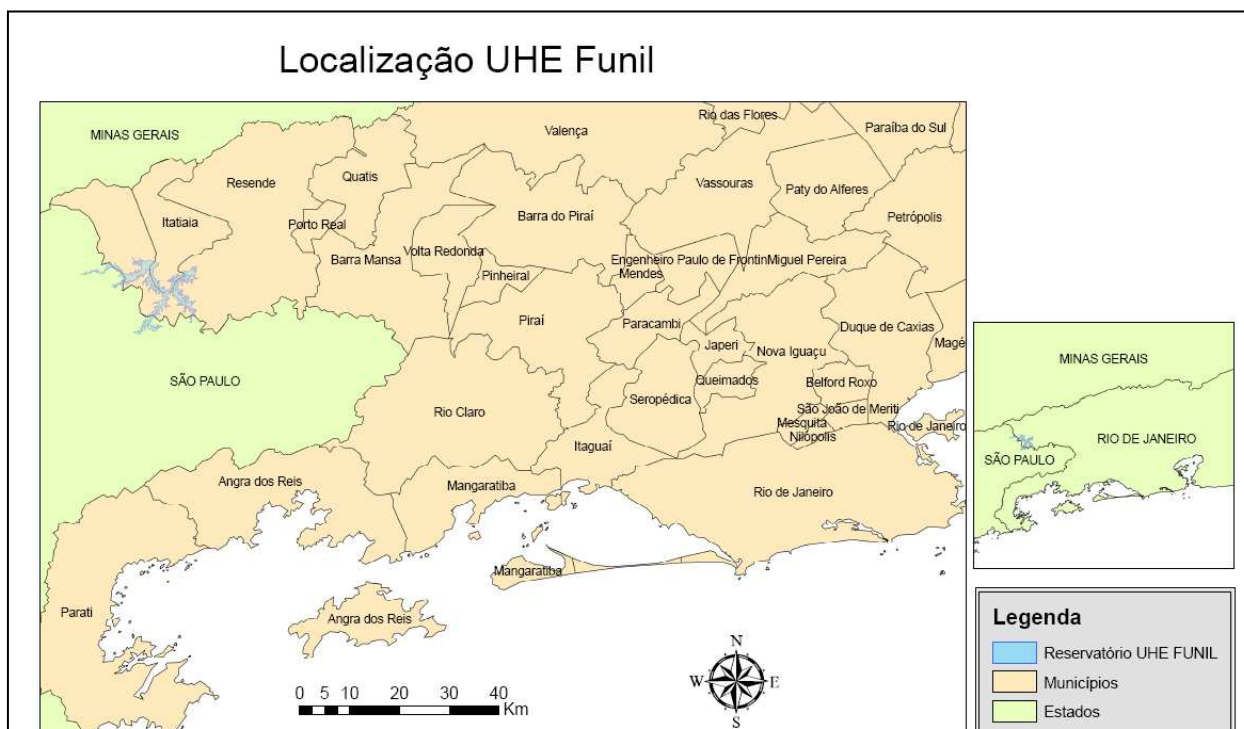
A Usina Hidroelétrica de Funil (UHE Funil), cuja denominação é derivada de um salto de mesmo nome localizado naquela região, no médio Vale do Rio Paraíba do Sul, no município de Itatiaia no Estado do Rio de Janeiro, teve sua construção iniciada em 1961 pela ELETROBRÁS e que foi repassada para Furnas em 1967.

Inicialmente a UHE Funil foi cogitada para fornecer energia para a Estrada de Ferro Central do Brasil, ainda na década de 30. Por questões econômicas, somente 30 anos mais tarde começou a ser construída.

A barragem é uma estrutura de concreto em forma de abóbada de dupla curvatura com 85 metros de altura e 385 metros de comprimento, encerrando 270.000 m³ de material. Forma um reservatório de 40 km de extensão, com 320 km de perímetro. Possui um volume de 900 milhões de metros cúbicos de água com profundidade máxima de 70 metros e média de 20 metros. O tempo de residência é de 55 dias, sendo a vazão média de 220 m³/s e a mínima de 80 m³/s. (COPPETEC, 2007)

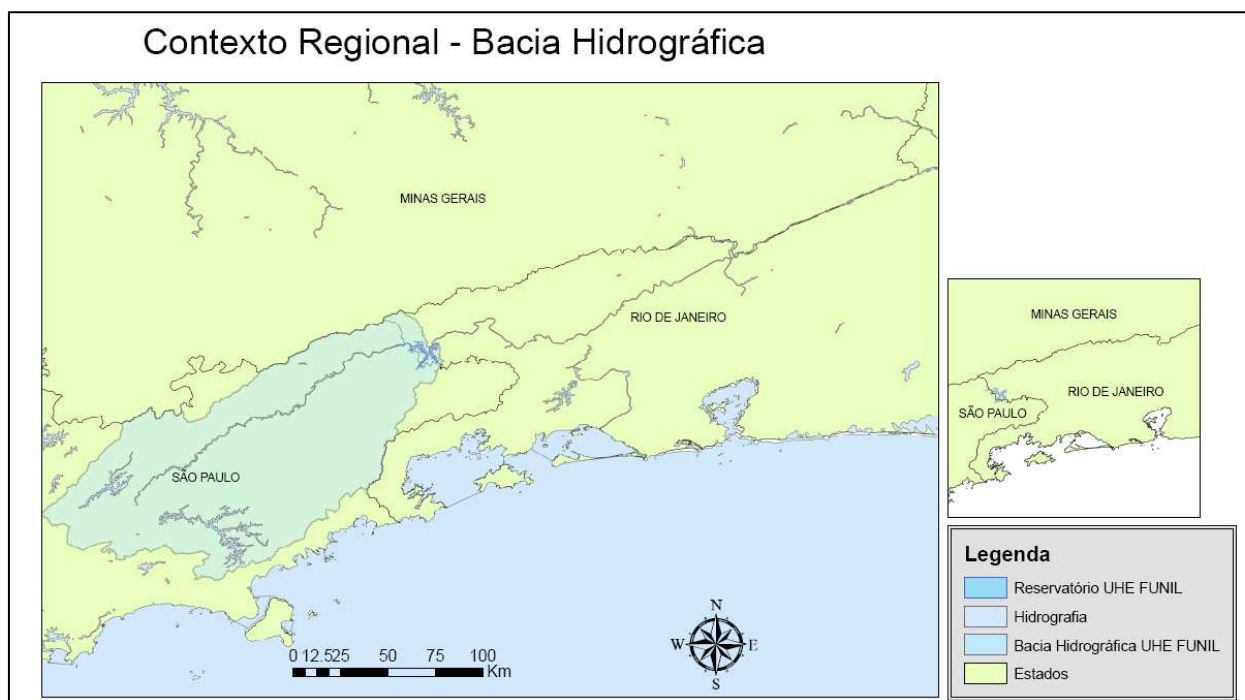


Figura 36– Barragem da UHE Funil em forma de abóbada



Mapa 2– Localização da UHE Funil

Este reservatório, pelas suas dimensões e localização (Mapa 2), atualmente, é o maior do Rio Paraíba do Sul, situando-se na divisa dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Possui grande importância regional na regularização da vazão do rio, na medida em que ameniza o impacto das cheias nas cidades de Resende, Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Piraí (Mapa 3).



Mapa 3 – Contexto Regional e Bacia Hidrográfica a montante da UHE Funil.

A energia gerada de 216 MW, por três turbinas, contribui para a confiabilidade do suprimento de energia elétrica aos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, além de adequar a tensão na região, fortemente industrializada, notadamente pela presença da Companhia Siderúrgica Nacional situada em Volta Redonda.

A instalação de barragens para empreendimentos hidroelétricos ocasiona significativos impactos ambientais ao meio de magnitudes diversas. Cunha (1995) dividiu estes impactos ocasionados por usinas hidrelétricas em: bióticos, geomorfológicos, micro-climáticos e hidrológicos. Para a autora (p. 188)

levando em conta o objetivo do represamento, os sistemas fluviais estão sujeitos aos mesmos tipos de impactos, diferenciados, apenas, pelas variações de suas magnitudes. Todavia, a diversidade, na intensidade desses impactos, pode ser, muitas vezes, função do modelo e ou da forma de operação da barragem.

Produto de uma época em que as considerações desenvolvimentistas não haviam ainda incorporado a componente ambiental, a Usina de Funil não foi precedida de EIA/RIMA, que apenas se tornou exigível na década de 80. Contudo, posteriormente, o empreendimento veio a ser objeto de licenciamento corretivo por parte do IBAMA, visando a mitigação dos impactos já ocorridos, bem como dos ainda em curso (Quadro 1). Dentre eles, como é normal em se tratando de empreendimentos hidrelétricos, os relativos à ictiofauna, à vegetação ciliar e à eutrofização do reservatório, com a conseqüente explosão da densidade populacional de algas, cianobactérias e macrófitas. (COPPETEC, 2007)

Impactos sobre a natureza	Impactos sobre a sociedade
<ul style="list-style-type: none"> • Escorregamento de encostas marginais; • Mineração de pedra, solo e areia p/ construção do empreendimento; • Perda de 40 km² de terras; • Desaparecimento de importantes habitats; • Perda de áreas úmidas; • Prejuízos aos ecossistemas aquáticos com a transformação do ambiente lótico em lêntico e pelo barramento do rio, impedindo a migração das espécies reofilicas; • Inundação de remanescentes de matas nativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da pecuária leiteira; • Interrupção de acessos rodoviários; • Interferência na infra-estrutura de energia e de telecomunicações; • Diminuição da população residente e perda de atividades produtivas; • Promoção do Uso Múltiplo do reservatório, possibilitando atividades de abastecimento público, irrigação, navegação e pesca esportiva, turismo e lazer e aqüicultura (tanques-rede).

Quadro 1 - Resumo dos principais impactos ambientais da UHE de Funil

Fonte: COPPETEC, 2007

4.2 O Projeto de Reflorestamento

4.2.1 Histórico UHE Funil

O Projeto de Reflorestamento na Usina Hidroelétrica de Funil teve início em 1994 e tinha por objetivo reduzir os processos erosivos nas margens do reservatório, melhorando as

condições ambientais de seu entorno. Além disso, pela posição estratégica do empreendimento, entre os Parques Nacionais de Itatiaia e da Bocaina possibilitaria a criação de um corredor ecológico entre eles.

O reflorestamento das áreas degradadas, por outro lado, objetiva a recuperação da fertilidade do solo remanescente nas áreas de empréstimo, de onde se retira material para a construção das barragens. A cobertura vegetal diminui o impacto das gotas de chuva e a ação eólica; a velocidade de perda da água superficial e a quantidade da drenagem; e reduz o transporte de material, contendo o solo e aumentando seu coeficiente de infiltração. Em resumo, o reflorestamento de áreas remanescentes tem o objetivo, também, de minimizar a erosão do solo e conseqüente assoreamento do reservatório. A cobertura florestal favorece a regularização hidrológica, a retenção de eventuais poluentes, e a conservação de espécies animais e vegetais, além de garantir a manutenção da diversidade genética. (COPPETEC, 2007)

Anteriormente à construção da barragem, o meio já se encontrava bastante degradado em função de uma atividade econômica de importância na região: a pecuária extensiva de baixa qualidade.

Em conjunto com a FEEMA o Departamento de Meio Ambiente, atual Departamento de Engenharia Ambiental (DEA.E), iniciou o projeto em associação com técnicos da Usina. Desde o início do projeto já foram produzidas aproximadamente 576.000 mudas, plantadas em áreas que totalizam 116 hectares (COPPETEC, 2007).

Atualmente, a gestão do Programa de Reflorestamento da Usina de Funil é feita pelo órgão que controla a operação da usina (USFL.O) não estando subordinado ao Departamento de Engenharia Ambiental nem à Superintendência de Gestão Ambiental.

4.2.2 Estrutura

O Programa de Reflorestamento Ciliar da Usina de Funil, segundo FURNASb (2007), tem como objetivos:

- ✓ promover a melhoria ambiental do reservatório e de seu entorno e a inserção regional de sua área de influência;
- ✓ minimizar os processos erosivos do solo das margens do reservatório;
- ✓ promover a recomposição biológica, possibilitando a valorização da paisagem como elemento de lazer e recurso turístico.

O programa consiste, fundamentalmente, na manutenção de um viveiro e na promoção de ações de reflorestamento nas propriedades localizadas no entorno dos reservatórios e nas nascentes que abrange o mapeamento de matrizes de espécies nativas na floresta, colheita de sementes, produção de mudas, plantio e a manutenção e controle das áreas plantadas, entre outras.

Como as ações de reflorestamento ciliar são implementadas em propriedades de terceiros, é necessária a anuência dos seus proprietários. As atividades realizadas para obter a adesão desses proprietários ao Programa são chamadas de “Fomento Florestal”.

A equipe do programa é atualmente formada por 3 (três) funcionários de Furnas, sendo o chefe da USFL.O, 1 (um) supervisor administrativo e 1 (um) técnico de nível médio, responsáveis por planejar as ações a serem realizadas e por controlar as suas execuções.

No momento, atuam também no Programa 3 (três) profissionais de empresa contratada, sendo 1 (um) engenheiro agrônomo e 2 (dois) encarregados, que executam as ações. Essa contratação é feita a cada ano, através de licitação com esse fim.

Os principais beneficiados segundo Furnasb (2007) pelo Programa são:

- ✓ a Superintendência de Produção Sudeste (PS.O) e o DRN.O - Departamento de

Produção de Nova Iguaçu de Furnas, órgãos aos quais está subordinada a USFL.O, face à diminuição da erosão das margens do reservatório e do seu eventual impacto nos níveis de produção;

- ✓ os acionistas da empresa, face à associação da imagem de Furnas ao desenvolvimento sustentável; e
- ✓ a sociedade como um todo, face à conservação dos recursos genéticos e da possibilidade do uso ordenado das áreas para fins científicos, de turismo e de lazer.

São duas as vertentes de atuação de Furnas: nos municípios de Resende e Itatiaia (Rio de Janeiro), onde se encontra o entorno do reservatório; Furnas não só fornece os insumos e mudas, como também realiza o plantio e a manutenção, arcando com todos os custos envolvidos. Nos municípios de São José dos Barreiros e Areias (São Paulo), Furnas fornece os insumos e as mudas e esses municípios realizam o plantio e a manutenção, arcando com esses últimos custos.

A CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada acompanha de perto os proprietários das nascentes, realizando visitas “in loco” para fiscalização. É a CATI que transmite ao Programa de Reflorestamento a quantidade de mudas requerida por cada proprietário das nascentes. A CATI realiza ainda as atividades de fomento florestal, que vêm a ser atividades para a adesão de mais proprietários das nascentes ao Programa.

4.2.2.1 Ações de Viveiro e Campo

O Plano Anual de Reflorestamento baseia-se nas necessidades de ações de reflorestamento identificadas no decorrer da execução do plano anterior. Prioriza-se a manutenção das áreas reflorestadas, levando-se em consideração o ano de plantio na medida em que quanto mais recente o plantio, mais vulneráveis são as plantas e, depois, o plantio de

novas áreas. Após definidas, o técnico passa ao planejamento físico das ações, através das chamadas ações de viveiro, onde serão produzidas as mudas a serem plantadas e as ações de campo.

As ações de viveiro compreendem: colheita de sementes⁷⁶, produção de Mudas⁷⁷ e expedição para o Plantio.

A colheita de sementes é feita junto às matrizes já demarcadas em ciclos anteriores. As matrizes de uma espécie podem estar localizadas em diferentes regiões de interesse sendo necessário haver uma espacialização destes dados, já georreferenciados, com a finalidade de melhor atuação do Programa de Reflorestamento.

As atividades de viveiro encerram-se na expedição de mudas para o plantio. Essa ação consiste em formar lotes com mudas e executar uma plantada. A partir deste ponto, passam a ser executadas as ações de campo que subdividem-se no plantio/replantio⁷⁸ e na manutenção⁷⁹ de mudas.

O plantio é efetuado em parceria com proprietários rurais lindeiros ao reservatório, inteiramente isento de ônus para eles. Consequentemente, Furnas Centrais Elétricas arca com os custos do fornecimento das mudas, insumos e mão-de-obra, provendo ainda assistência técnica e tratos culturais durante a fase de consolidação do reflorestamento.

Esta parceria ocorre, sobretudo em função da faixa de domínio ser muito estreita sabendo-se que a cota de desapropriação é de apenas 468,0m, para uma cota máxima operacional de 465,5m. Por isto, a Empresa precisa da anuência dos proprietários limítrofes ao reservatório para dar andamento ao seu programa de Reflorestamento.

⁷⁶ Segundo Furnas (2007, p. 28): subdivide-se nas atividades de: marcação de matrizes e colheita de sementes, beneficiamento/extração e destinação de sementes;

⁷⁷ Subdivide-se nas atividades de semeadura, manutenção de mudas (ou desmame) e controle fito-sanitário

⁷⁸ Segundo Furnas (2007, p. 28): “Subdivide-se nas atividades de preparo de terreno, coveamento e calagem, plantio/replantio, verificação do desenvolvimento das áreas plantadas”;

⁷⁹ Segundo Furnas (2007, p. 28): “Subdivide-se nas atividades de aceiro, roço, reforma de cerca, adubação de cobertura, combate à formiga e banco de estacas (roçada, retirada de estacas, desbrota, adição de substrato e plantio de arachis pintoi (amendoim))”

Áreas de empréstimo utilizadas durante a construção da usina, como ombreiras da barragem e alguns terrenos degradados de propriedade da concessionária, já apresentam fisionomia florestal com aspecto de vegetação secundária ou de clímax em função de sua recomposição há muitos anos (COPPETEC, 2007).

Uma mesma propriedade pode ter várias áreas de reflorestamento. O controle é feito separadamente para nascentes e área ciliar. A metodologia de georreferenciamento refere-se especificamente à propriedade e não às plantadas que possui. O acompanhamento do plantio é feito durante cinco anos, período em que as plantas ainda estão muito vulneráveis.

Além da recomposição vegetal das margens do reservatório, a empresa fornece mudas, insumos e prestação de assistência técnica aos proprietários interessados em recompor a vegetação protetora das nascentes dos tributários da represa, situados nos municípios paulistas de Areias e São José do Barreiro. Já o proprietário arca com a mão-de-obra para o plantio e manutenção da cultura. Mensalmente a CATI fiscaliza essas áreas e informa quando não há o plantio.

4.2.2.2 Registro das novas necessidades e Definição das Ações

Para serem definidas prioridades ou necessidades durante o Programa de Reflorestamento e para o próximo ano, o corpo técnico de Furnas realiza incursões no campo com o propósito, inclusive, do controle da atuação da contratada. Nessas ocasiões são observados eventos ocorridos nas áreas plantadas ou em áreas visivelmente próximas (incêndios, erosões, entre outros).

Essas observações decorrentes das incursões ao campo para fiscalização e das observações do encarregado da contratada, durante a realização de ações de campo, vão sendo registradas como novas necessidades pelo corpo técnico de Furnas.

A partir da análise dos relatórios de campo, da situação das áreas plantadas, dos

registros de novas necessidades, faz-se um levantamento das propriedades a serem beneficiadas e do quantitativo de áreas e ações a serem executadas para atendê-las.

Há, ainda, o fomento florestal que consiste em contatos individuais, reuniões, e eventos de caráter ambiental com os donos das propriedades nas nascentes do reservatório, promovidos pela CATI, para adesão ao programa de reflorestamento (Figura 37).



Figura 37 – Esquema de funcionamento do Projeto Funil

Fonte: FURNASb (2007)

4.2.3 Demandas

Com a consolidação do Programa de Reflorestamento, que conta com mais de 15 anos de existência, torna-se necessário aprimorar tanto o nível de execução, como o de planejamento e de gestão. Para tanto, foram identificadas várias demandas pelos técnicos envolvidos que serão incorporadas a uma aplicação tendo como base o SIG.

Segundo Furnasb (2007), é esperado que esta aplicação a ser desenvolvida para o

gerenciamento do Programa permita, entre outros:

- ✓ cadastrar e mapear as áreas reflorestadas por ano agrícola com georreferenciamento;
- ✓ cadastrar os dados dos proprietários beneficiados pelo reflorestamento ciliar e do Programa de Nascentes;
- ✓ visualizar no mapa essas áreas;
- ✓ identificar as áreas reflorestadas por ano agrícola;
- ✓ cadastrar as matrizes conforme ficha de coleta de semente;
- ✓ visualizar as matrizes no mapa;
- ✓ registrar os trabalhos que foram realizados;
- ✓ registrar o quantitativo de mudas produzidas, plantadas e doadas por espécie;
- ✓ registrar os ensaios/ experimentos realizados no reflorestamento por ano agrícola;
- ✓ acompanhar o desenvolvimento das plantadas;
- ✓ lançar quantitativo de mudas/espécie, propriedades beneficiadas e insumos agrícolas;
- ✓ fornecer o quantitativo e qualitativo de recursos físicos, financeiros e humanos empregados;
- ✓ controlar as atividades mensais e anuais do viveiro e de produção de mudas;
- ✓ criar controle de custo durante todo o processo de operação do reflorestamento.

Com a amplitude das necessidades levantadas pela equipe GISFURNAS para atendimento à USFL.O na construção da aplicação de gerenciamento, será feito um processo licitatório no qual será contratado o desenvolvimento da mesma.

Nesta pesquisa foram trabalhados alguns dos dados do referido Programa para serem feitas as análises sobre o impacto da interoperabilidade no que se refere ao planejamento e a gestão ambiental em Furnas. Consequentemente foram gerados alguns destes produtos solicitados.

Ressalta-se que os produtos atem-se à parte geográfica não se aprofundando em critérios técnicos ou operacionais do Programa de Reflorestamento. Por outro lado, a modelagem estabelecida pela equipe do GISFURNAS, apesar de inicial, é suficiente no atendimento à análise geográfica necessária ao corpo técnico da usina.

4.3 Integração

A partir da implementação da interoperabilidade, já executada, partiu-se para a efetiva integração do estudo de caso ao banco de dados da Empresa. Para tanto foram necessárias as seguintes etapas metodológicas:

1. Entendimento das necessidades;
2. Análise das bases alfa numéricas e geográficas do usuário;
3. Seleção de temáticas que comporão o projeto;
4. Definição de armazenamento das temáticas selecionadas;
5. Modelagem;
6. Definição dos softwares SIG para gerenciamento dos dados geográficos, levando-se em consideração infra-estrutura já existente;
7. Definição do Datum e do Sistema de Coordenadas a serem utilizados;
8. Alimentação dos dados iniciais;
9. Criação de camadas (*layers*) e simbologias para publicação na intranet, em ambiente interoperável;
10. Criação de projetos, camadas e simbologias para utilização de especialistas;
11. Disponibilização dos dados para os usuários;
12. Divulgação de metodologias para futura alimentação pelos próprios usuários principais das informações.

Num primeiro momento, após reuniões iniciais, foram definidas as necessidades da equipe de reflorestamento da Usina de Funil, conjuntamente com o corpo gerencial com a finalidade de traçar os objetivos e foco deste trabalho para o gerenciamento do sistema de reflorestamento. Inicialmente, ficou definida a necessidade de contratação de desenvolvimento de uma aplicação específica para o controle de atividades e custos do processo de reflorestamento, a fim de obter uma melhor gestão do projeto frente à Empresa contratada. Esta aplicação subsidiará uma tomada de decisão mais eficaz do corpo gerencial na definição de prioridades técnicas e orçamentárias. Além disso, em face de uma disponibilização em ambiente Intranet da futura aplicação, já delineada, haverá maior visibilidade do Programa na empresa como um todo.

Posteriormente, estudou-se uma forma de já estarem disponíveis as informações geográficas e alfanuméricas relacionadas, também em ambiente Intranet, de tal forma que estas pudessem ser cruzadas com outros dados já existentes no banco de dados da empresa, possibilitando estudos prévios. Para tanto, foi necessária a análise das bases geográficas no intuito de serem selecionadas as temáticas que comporiam esta implementação. Verificou-se que existem três informações relevantes, já georreferenciadas, para incorporação ao banco de dados, a saber:

- ✓ Matrizes;
- ✓ Áreas Reflorestadas no entorno do reservatório;
- ✓ Áreas Reflorestadas nas nascentes.

Todas as informações são pontuais, inclusive a que indica as áreas reflorestadas. Isto ocorre dada a dificuldade de coletar o contorno das áreas inteiras na forma de polígonos, devido a irregularidade do terreno.

Também foram selecionadas as informações alfanuméricas relevantes que deveriam

ser incorporadas ao banco de dados e associadas às informações geográficas. Para tanto foram necessárias: a construção de um modelo de dados simplificado e a definição dos relacionamentos entre as entidades (Figura 38 e Figura 39). Em virtude de existirem inúmeras informações alfanuméricas do Programa de Reflorestamento, houve uma seleção criteriosa do que seria importado ao banco de acordo com sua relevância em relação aos objetivos do presente trabalho e em função da espacialização e identificação coerente das feições geográficas pelos usuários do Programa.

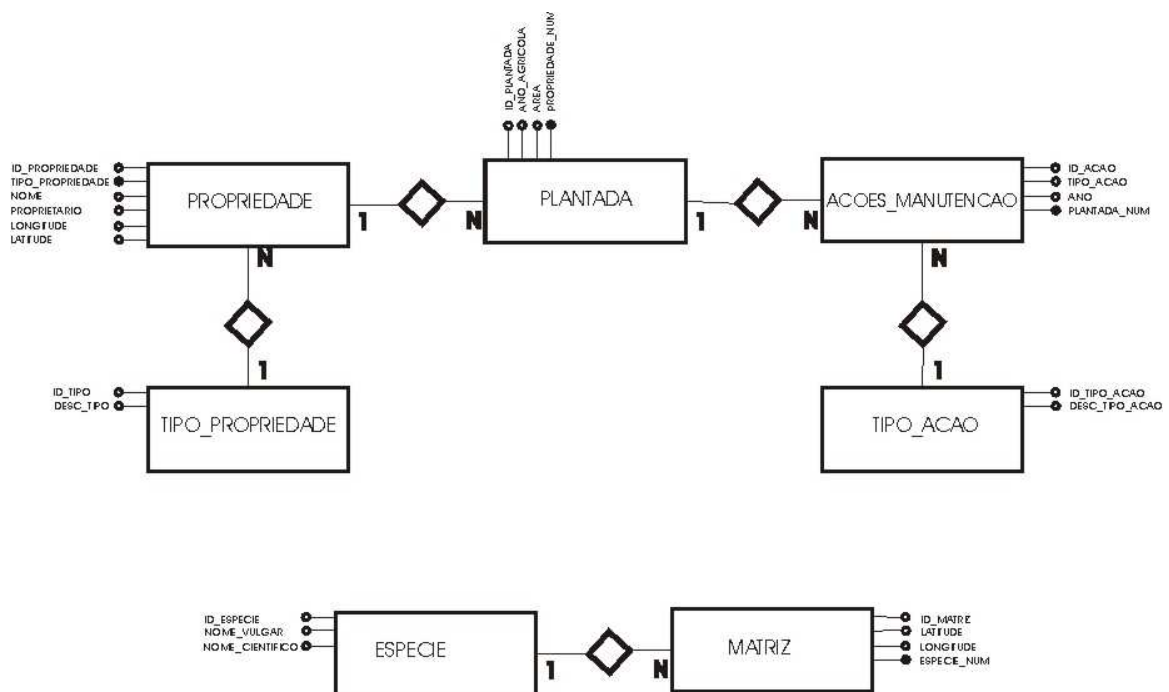


Figura 38 – Modelo de dados simplificado do Programa de Reflorestamento da UHE Funil

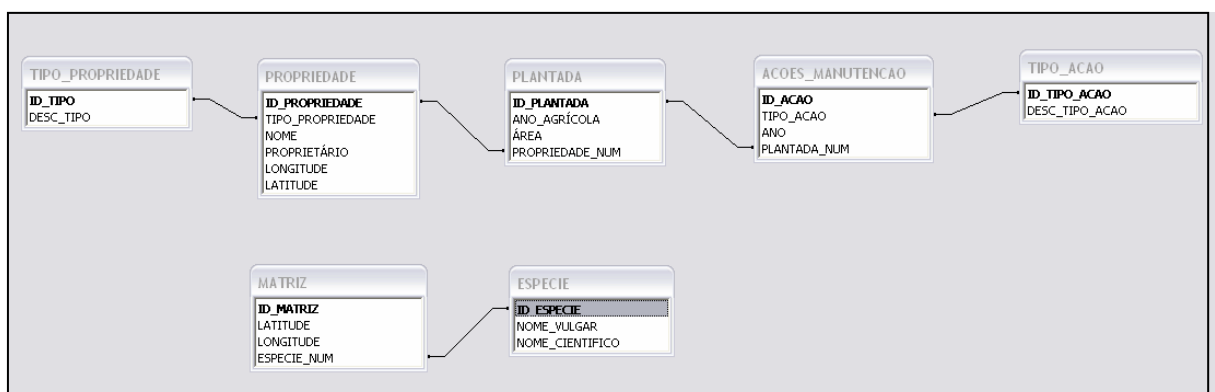


Figura 39 - Relacionamentos entre entidades

Além disso, foram definidas outras informações geográficas relevantes e que ainda não estavam disponíveis no banco de dados geográfico da empresa, a saber:

- ✓ Reservatório da Usina Hidrelétrica de Funil;
- ✓ Bacia Hidrográfica relativa ao empreendimento escolhido⁸⁰;

Como próximo passo, foram definidos: o sistema de coordenadas e datum a serem utilizados. Após análise inicial, constatou-se que algumas coordenadas do Programa de Reflorestamento apresentavam-se como geográficas outras como planas (UTM), sendo que ambas no datum SAD69. Sabendo-se que os já existentes no Oracle estavam armazenados em coordenadas geográficas e datum SIRGAS 2000⁸¹ optou-se pela sua conversão para o mesmo formato já único do banco de dados, facilitando, portanto, o processo de integração e evitando futuras transformações de coordenadas.

A precisão utilizada, dada a coleta das informações pelos técnicos em campo com GPS de navegação situa-se em torno de 15 metros. Dada a caracterização do trabalho em nível de bacia hidrográfica, tornou-se desnecessária nova coleta com precisão superior.

O próximo passo foi a definição da forma de armazenamento destas bases e, em função do caráter essencialmente pontual das feições do programa de reflorestamento, optou-se pela sua inserção diretamente no Oracle Spatial, sem necessidade de softwares específicos.

Levando-se em consideração a infra-estrutura existente de software e banco de dados, tal escolha pautou-se na necessidade de incorporar o modelo de dados definido e a facilidade da inclusão de geometrias pontuais diretamente ao banco. Outra justificativa foi o alto custo de software necessário para manutenção dos dados pelos técnicos de reflorestamento através do ambiente ESRI e Autodesk. Futuramente, vislumbra-se a manutenção pelo ambiente

⁸⁰ Os limites da bacia hidrográfica foram levantados por FURNAS em função da localização do seu empreendimento, ou seja, à montante da UHE Funil.

⁸¹ Adequação ao datum oficial brasileiro: SIRGAS 2000.

Intranet, tanto das informações gráficas quanto alfanuméricas.

Não optou-se pelo armazenamento em arquivos, como SHP ou SDF, devido os benefícios obtidos com o SGBDOR e o interesse de cruzá-los dinamicamente por rotinas espaciais no banco de dados.

Esta não é a solução definitiva, apesar de ser válida para o que se propõe neste trabalho, na medida em que com o desenvolvimento da futura aplicação de gestão específica do Programa de Reflorestamento já anteriormente mencionada, tais dados, embora permaneçam no banco serão alvo, possivelmente, de alterações em seu modelo e organização.

Para cruzamento e disponibilização das informações de forma centralizada e segura, optou-se pela inclusão do contorno da bacia hidrográfica no banco de dados Oracle via ArcSDE que, anteriormente, estava em formato Autocad (DWG) e era disponibilizada via Autodesk Mapguide para a empresa. Em função da facilidade de inserção de polígonos no banco e dados via softwares ESRI, este ambiente foi utilizado neste processo. Em virtude da diferença entre o formato nativo (DWG) e o formato para inserção via ArcView (SHP) tornou-se necessário converter os formatos.

Também foi levantado junto ao Departamento de Engenharia Ambiental e incorporado ao ArcSDE, o contorno do Reservatório da Usina de Funil, compondo a base necessária para o cruzamento. O reservatório encontrava-se em formato shape (SHP) nativo do ArcView.

Após esta fase inicial de preparação da base, foram alimentados os dados do Programa de Reflorestamento diretamente ao banco de dados Oracle⁸², de acordo com o modelo. Já as informações geográficas complementares referentes ao contorno do reservatório e da bacia hidrográfica foram inseridos através do software ArcGis Desktop diretamente ao banco ArcSde (Figura 40), conforme já anteriormente mencionado. Foi configurado durante esta inserção o parâmetro necessário para que os dados estivessem em conformidade com o padrão

⁸² As informações geográficas e alfanuméricas referentes ao Programa foram inseridas diretamente ao Oracle sem a intermediação de nenhum software de geoprocessamento.

OGC (Figura 41).

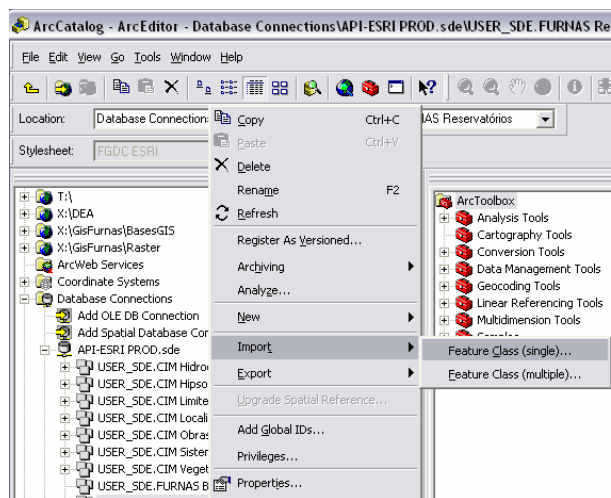


Figura 40 – Importação de dados do reservatório e da bacia hidrográfica da UHE Funil através do ArcGis Desktop

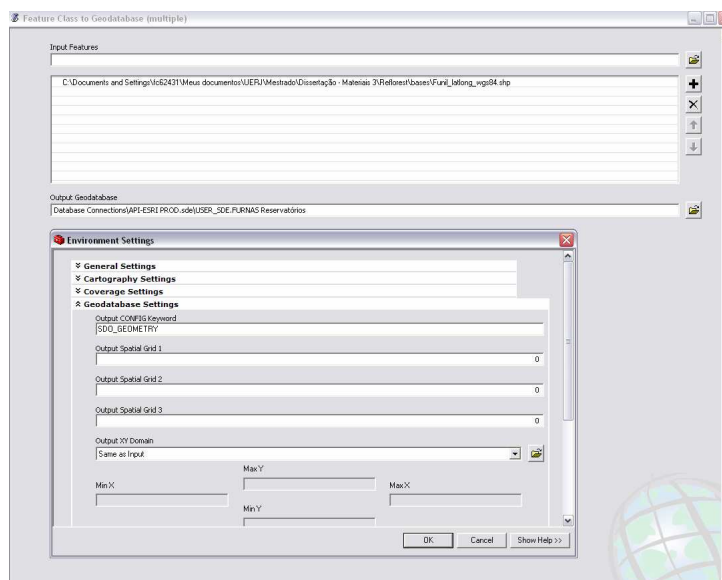


Figura 41 – Configuração no software ArcView para estabelecimento do padrão OGC, através do parâmetro SDO_GEOMETRY

Após as devidas inserções, partiu-se para a configuração dos ambientes para disponibilização dos dados já armazenados no banco de dados, tanto em ambiente Intranet quando *desktop*. Foram criadas as camadas, *layers*, sendo apontadas as fontes dos dados (*Data Sources*) e as respectivas simbologias, principalmente (Figura 42). Os dados do

Programa de Reflorestamento, em formato pontual, e os dados poligonais selecionados, tornaram-se disponíveis no GISFURNAS (Figura 43, Figura 44 e Figura 45).

Já em ambiente ESRI, as linhas de transmissão, torres, usinas e subestações (armazenadas no banco AGDS) também puderam ser acessadas diretamente sem necessidade de conversões. Foram gerados projetos com camadas de informação de dados diversos (Mapa 4), sendo executadas consultas espaciais de maneira mais rápida e fácil a partir das funções de geoprocessamento já existentes no ArcGis Desktop. Anteriormente, para serem cruzados dados existentes no banco AGDS era necessário programar em GML, linguagem específica que possui funções espaciais. Apesar da geração de resultados precisos e relatórios complexos havia a necessidade de conhecimento mais aprofundado de programação e, além disso, só poderiam ser cruzadas as informações inseridas neste banco AGDS. Com a implementação da interoperabilidade, a interface do ArcGis Desktop, que possui várias funcionalidades para análise espacial, passaram a ser utilizadas para todos os dados não dependendo do formato ou tipo de armazenamento (Mapa 4).

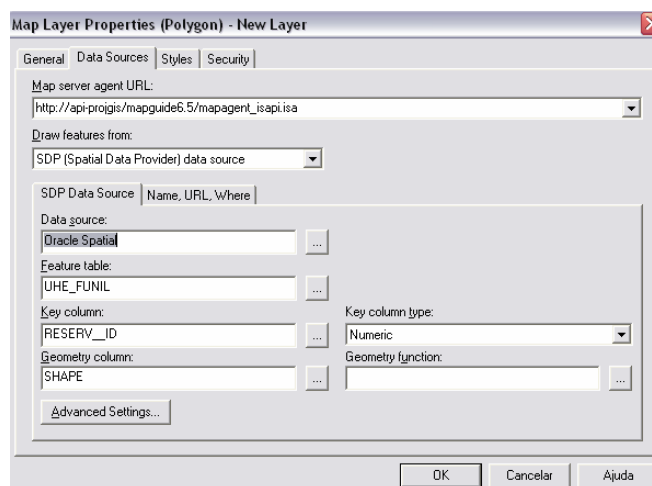


Figura 42 – Configuração das camadas de informação (*layers*) em ambiente Autodesk Mapguide para acesso ao banco ArcSde (polígono do reservatório).

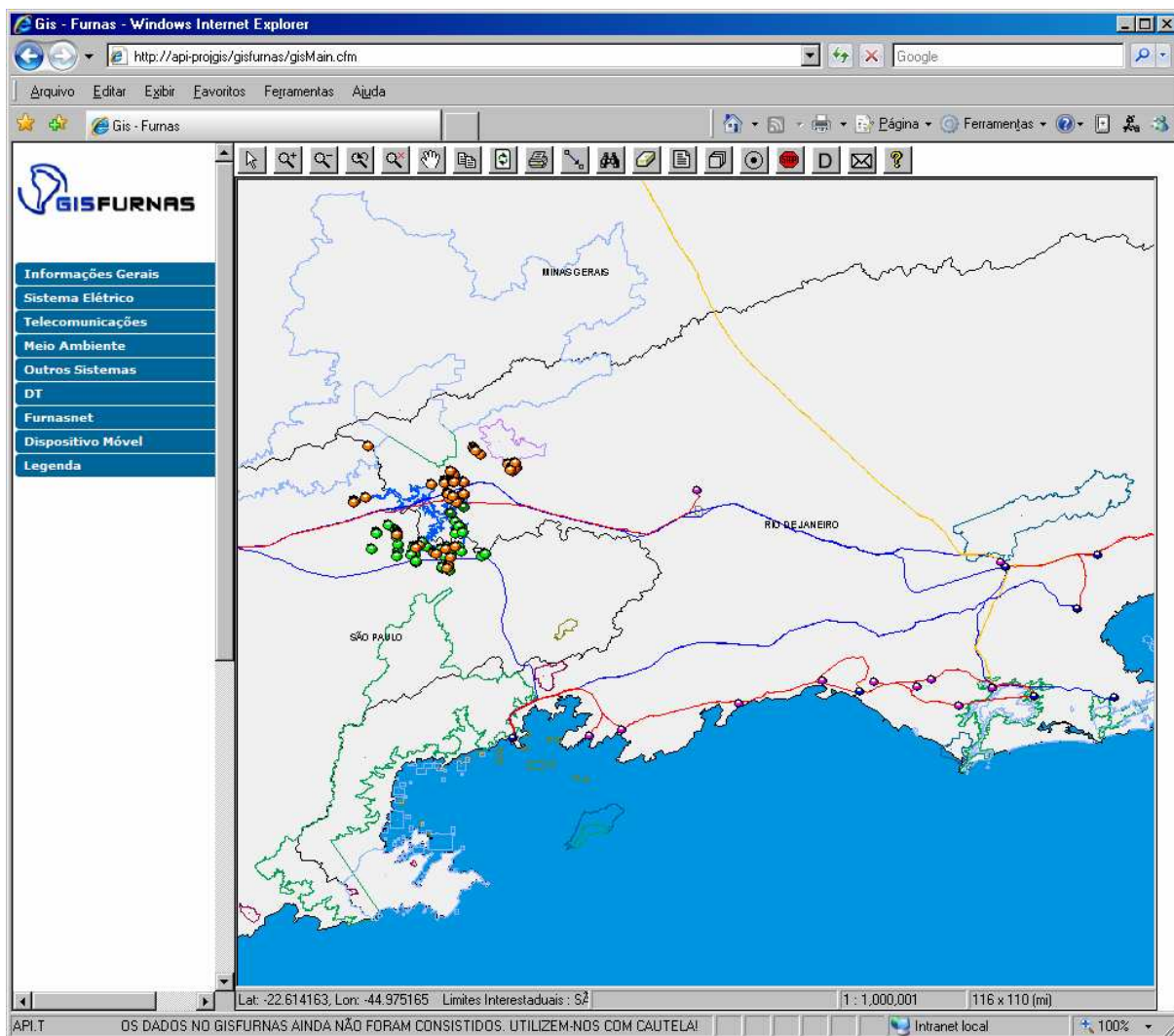


Figura 43 – Aplicação GISFURNAS na Intranet da Empresa com dados advindos de diversas fontes.

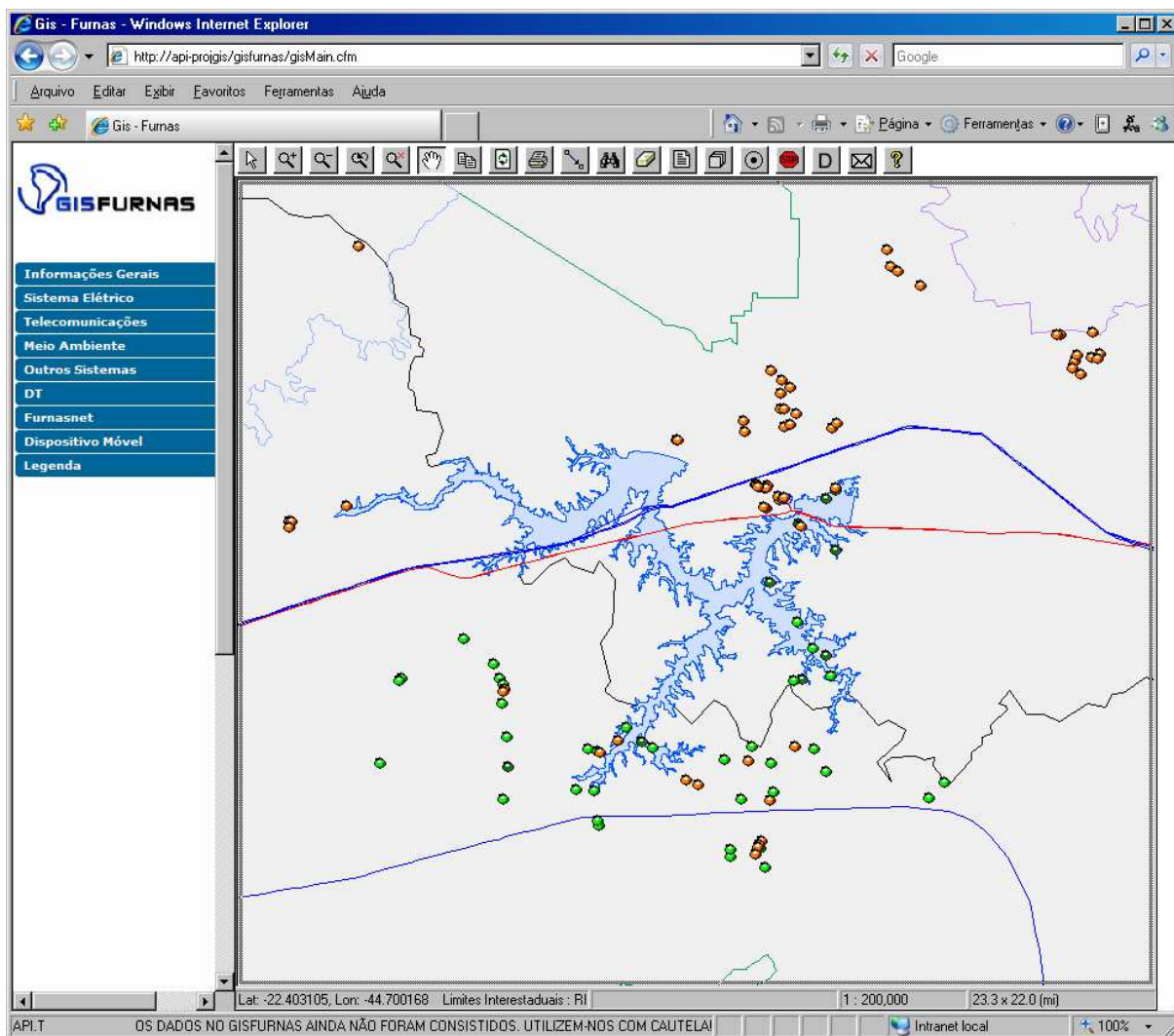


Figura 44 – Dados poligonais, lineares e pontuais nativos de diferentes ambientes e sobrepostos em ambiente web.

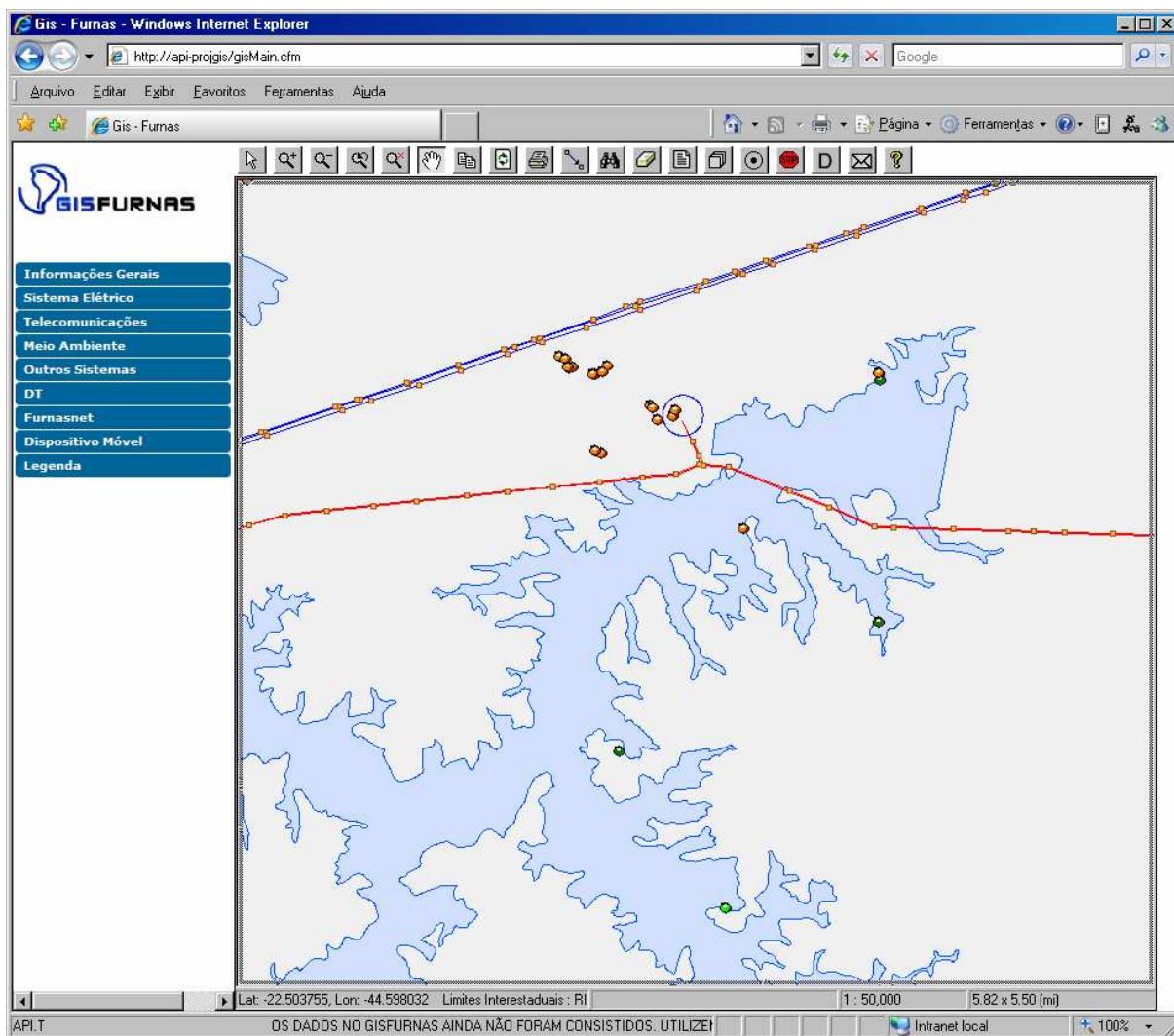
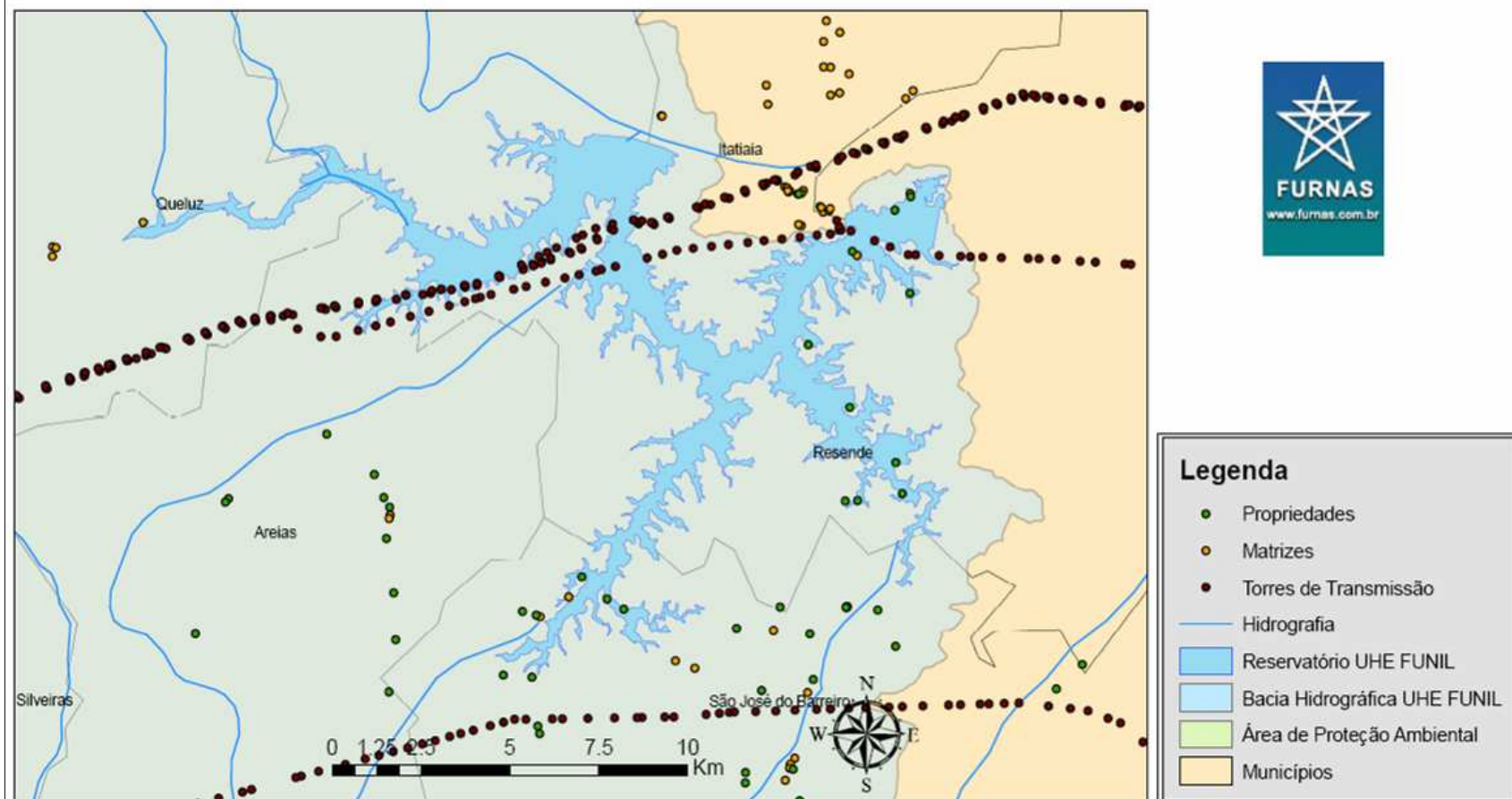


Figura 45 – Detalhe da Usina de Funil, das linhas de transmissão (Autodesk) e dos dados do Programa de Reflorestamento (Oracle Spatial) e contorno do reservatório (ESRI).

Programa de Reflorestamento UHE Funil



Mapa 4 – Mapa do Programa de Reflorestamento gerado em ambiente ArcGis Desktop

4.4 O Planejamento e a Gestão Ambiental

Segundo Santos (2004), o objetivo do planejamento ambiental é criar normas no espaço e, para tanto, ele precisa estar suficientemente ligado à realidade em seus múltiplos aspectos. É necessário interpretar o meio em relação à sua composição, estrutura, processo e função, como um todo contínuo no espaço. Isto ocorre por intermédio do levantamento de dados ligados a diversas disciplinas que costumam ser agrupados em temas simples e derivados que quando associados permitem uma análise que é a síntese de uma fração particular do meio e facilitam a compreensão do espaço.

Com a implementação da interoperabilidade e a integração entre os dados existentes em Furnas que atendem ao Programa de Reflorestamento, foi possível associar temas de origens diversas e cujas fontes de dados estavam distribuídas por setores distintos. A responsabilidade distribuída no que se refere a sua atualização, reduz a possibilidade de defasagem temporal e qualidade.

A sobreposição de temas escolhidos que, no que tange ao meio tecnológico estariam antes desta implementação indisponíveis ou demandariam conversões e conseqüentemente possíveis erros, foi possível e, com isso, foram difundidas informações pelos setores sobre o único programa desta envergadura existente na Empresa, dando margem a futuras ações conjuntas e interdisciplinares.

Como resultado prático, poder-se-á planejar de maneira mais eficaz as intervenções dos técnicos do referido programa no espaço geográfico e, também, promover uma gestão do reservatório de forma mais integrada a outros departamentos cujas responsabilidades incorporam a preservação do meio ambiente como, por exemplo, a Superintendência de Gestão Ambiental (GA.E) e o Departamento de Engenharia Ambiental (DEA.E).

Apesar de haver hoje um intenso foco das ações sobre o meio ambiente durante as

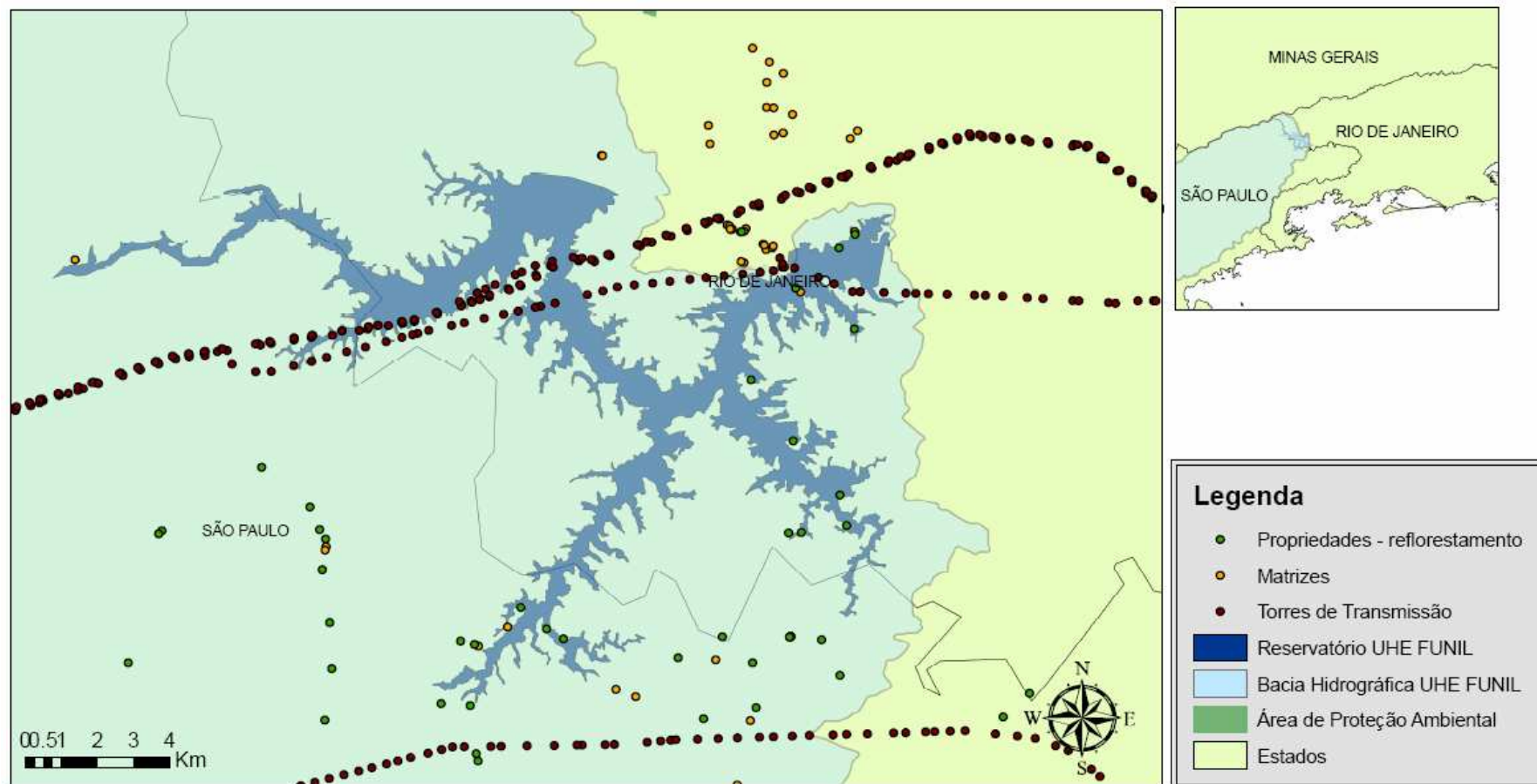
fases de planejamento, projeto e construção, inclusive para viabilizar determinado empreendimento, é importante que na manutenção das atividades operacionais dos empreendimentos seja dada continuidade às ações ambientais. Para tanto, a interligação entre projetos afins e setores de responsabilidades distintas, mas inter-relacionadas, se faz necessária.

Dentre os benefícios obtidos para a gestão ambiental do Programa estão:

- ✓ planejamento dos custos envolvidos e esforços relevantes a serem considerados para anos agrícolas posteriores;
- ✓ definição de áreas prioritárias para ação;
- ✓ mitigação de impactos ambientais;
- ✓ promoção de ações de educação ambiental para moradores do entorno através de informações já coletadas;
- ✓ controle dos proprietários envolvidos no programa minimizando impactos e possibilitando redução de custos e agilidade nos processos de manutenção das áreas.

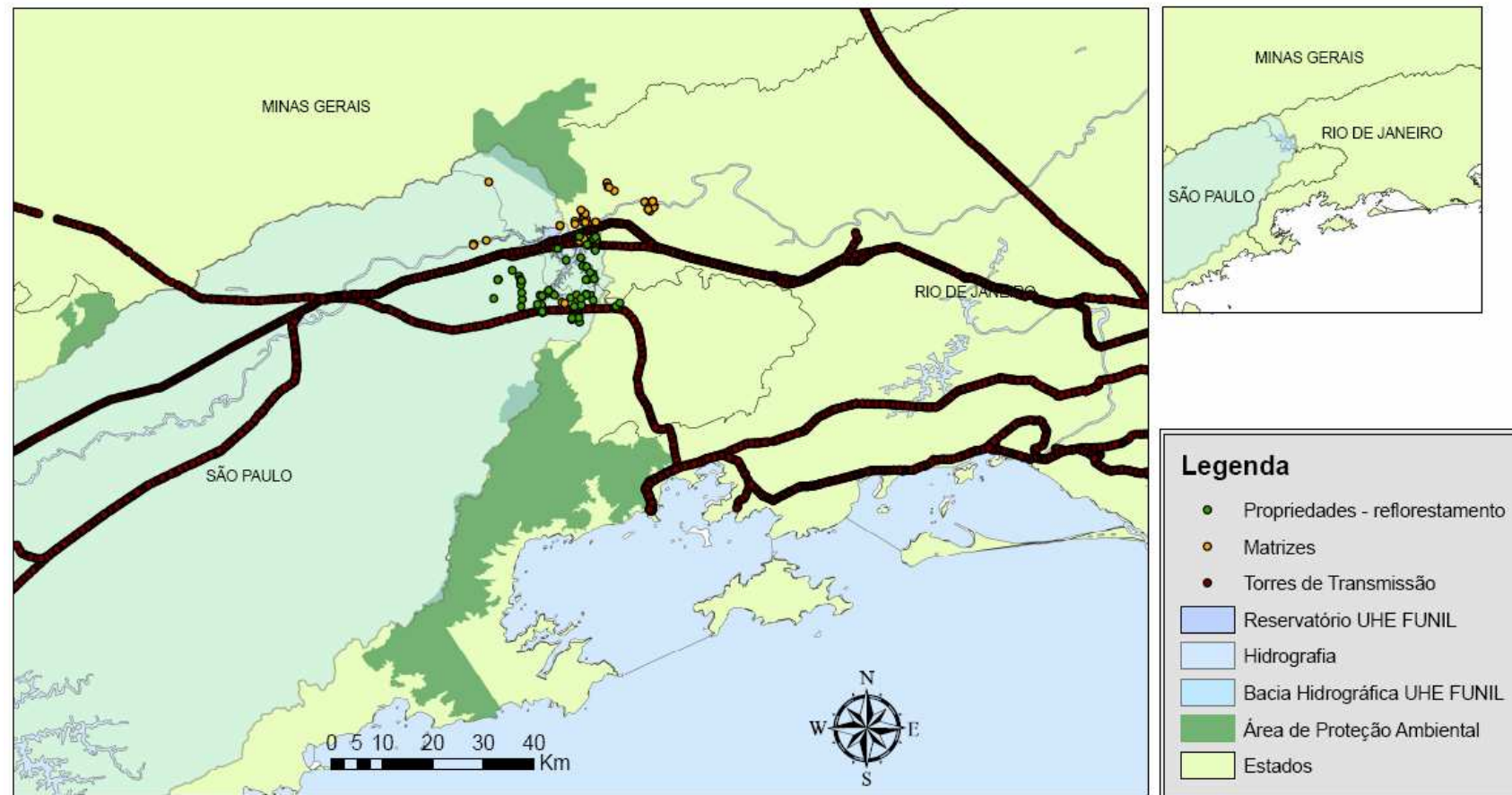
Também possibilitou, em nível local e de bacia hidrográfica, o conhecimento mais detalhado do entorno do reservatório pelos técnicos da Empresa, identificando as áreas envolvidas no programa de reflorestamento, seja as de atuação ciliar ou nas nascentes e a espacialização das matrizes (Mapa 5 e Mapa 6). Tornou-se possível definir áreas prioritárias, ainda sem atuação de Furnas e relevantes do ponto de vista ambiental.

Contexto Local - Atuação de Furnas



Mapa 5 – Contexto Local – Atuação de Furnas.

Contexto Regional - Atuação de Furnas



Mapa 6 – Contexto Regional – Atuação de Furnas.

Os dados do programa ao estarem integrados ao banco de dados corporativo (Figura 46 e Figura 47), tornaram possível o intercâmbio de informações entre este projeto e outros existentes de responsabilidade de outros órgãos de Furnas, cujos objetivos sejam o monitoramento do reservatório e da bacia e a melhoria das condições ambientais no entorno.

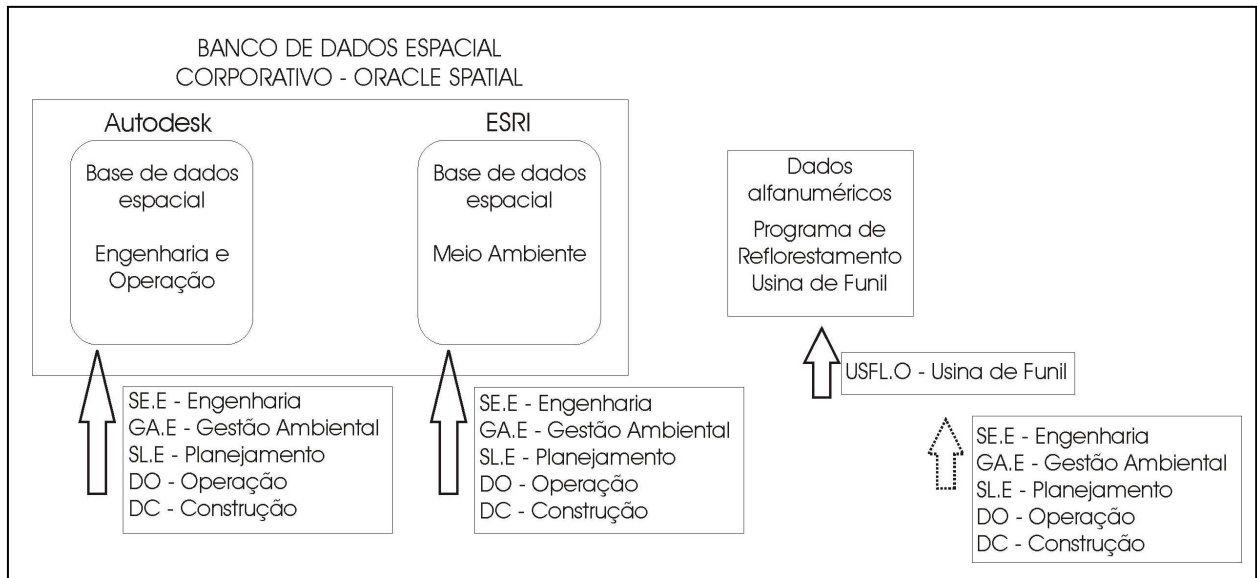


Figura 46 – Esquema anterior à implementação da interoperabilidade e à incorporação dos dados do Programa de Reflorestamento ao banco de dados corporativo de Furnas.



Figura 47 – Esquema após incorporação dos dados do Programa de Reflorestamento ao banco de dados corporativo de Furnas.

Como perspectiva futura, em linha com a atual Política de Recursos Hídricos da Empresa, pode culminar com integrações de dados em outros projetos e auxiliar a gestão ambiental integrada de outros reservatórios. Além disso, pode subsidiar outros projetos de reflorestamento ciliar que, porventura, sejam necessários em outras usinas de responsabilidade da Empresa.

Um dos grandes objetivos desta implementação é extrapolar a visão local do programa de reflorestamento pelos técnicos proporcionando a outros níveis de decisão (departamentos e superintendências) o acesso a estas informações e podendo resultar em ações menos segmentadas no entorno da UHE Funil pelos diversos setores que lá atuam.

4.5 Furnas e o Planejamento/Gestão Ambiental

Santos (2004, p. 23) define que “o processo de planejamento é um meio sistemático de determinar o estágio em que você está, onde deseja chegar e qual o melhor caminho para se chegar lá”. Portanto, é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizada das informações através de métodos, que culmina na tomada de decisão.

É notável que a informação espacial tem caráter relevante em todo o processo de planejamento, sendo definida em suas etapas iniciais, pois subsidiam os diagnósticos e análises espaciais que resultarão na chegada às decisões finais e escolhas. A partir desta pesquisa foi possível identificar a ascensão, em importância, das informações geográficas em Furnas. Os órgãos pautam-se cada vez mais no espaço geográfico para planejar e gerir seus empreendimentos. O conhecimento espacial advindo da manipulação de SIG aumenta e surgem demandas novas, passa-se a perceber que tais demandas, quando analisadas a fundo estão estreitamente vinculadas a outros setores o que favorece a integração de ações, sobretudo.

Passa a ser perceptível aos técnicos que a definição de indicadores, temas e temáticas a serem utilizados nos projetos incorporam diversas variáveis como: a disponibilidade do dado, sua acessibilidade e seu custo. Conseqüentemente, qualquer um destes fatores pode inviabilizar a utilização de determinada informação. Logo, há a influência nas etapas posteriores de organização e estruturação da bases de dados podendo afetar seus resultados. Como resultado obtêm-se valor na informação geográfica e a forma como ela está disposta na Empresa.

Santos (2004) ressalta que ao ser iniciado, o planejamento não se esgota na implementação, tendo continuidade ao longo do tempo por meio da fase de monitoramento e avaliação, onde os planos são submetidos a revisões, assim como as ações e os cronogramas.

Logo, por ter uma continuidade e dinâmica próprias, o planejamento deve ser bem

estruturado no que tange as informações que o balizam. Por conseqüência, a partir dos principais componentes do meio organizados em temáticas e temas que fornecem o conhecimento sobre o espaço planejado é possível descrever, explicar e prever situações dentro da dimensão da análise estabelecida.

Por conseguinte, a partir da superação do componente tecnológico que inviabilizava a troca de informações nativamente entre SIG distintos existentes em Furnas foi possível melhor estruturar as temáticas e temas existentes. A integração não só de dados, mas também de ações entre os departamentos pôde ser mais efetiva.

Dentre as lacunas identificadas para o avanço do planejamento e gestão integradas entre os departamentos, após a interoperabilidade entre plataformas estão: a restrição dos usuários na disponibilização dos dados sob sua responsabilidade (dificultando o processo de integração), a pouca interação entre os órgãos na execução dos programas ambientais e a falta de estruturação e organização de muitos dados primários e secundários que a Empresa utiliza ou gera (são mantidos em CDs, DVDs e, inclusive, discos rígidos).

Apesar destas lacunas, ao estarem integrados SIG distintos, ampliou-se o poder de manipulação destes softwares que em termos de eficiência e eficácia, podem ser grandes aliados para os estudos geográficos e contribuir para uma compreensão mais efetiva da forma como se organiza e produz o espaço geográfico.

Outros projetos a serem implementados futuramente na empresa, poderão se servir desta base interoperável, facilitando o planejamento e gestão ambiental dos empreendimentos de Furnas.

5 CONCLUSÃO

Advinda dos atuais avanços tecnológicos, a busca por uma interoperabilidade entre dados geográficos possibilita, dentro dos inúmeros softwares de geoprocessamento existentes, uma análise menos fragmentada e superficial. Há a possibilidade de se buscar uma gestão eficaz e um planejamento mais efetivo a partir desta base tecnológica, resultando em benefícios reais para a sociedade.

Quando utilizadas de forma equivocada as facilidades técnicas podem induzir a uma superficialidade nas análises do espaço geográfico. Entretanto, percebe-se hoje que, com a intensa dinâmica de transformação espacial resultante da globalização e os inúmeros impactos no meio ambiente cada vez mais complexos, por vezes, estes resultados superficiais (artificiais) não dão conta da realidade.

Apesar dos avanços tecnológicos, como a ascensão dos bancos de dados geográficos, o estabelecimento de padrões e a interoperabilidade, não é somente a maior disponibilidade de dados e variáveis que podem ser cruzados, relacionados e superpostos que resultarão, obrigatoriamente, em análises complexas do espaço. No entanto, para fins de planejamento e gestão ambiental, integrar significa reduzir a segmentação da análise, seu empobrecimento. Proporciona uma visão diferenciada e interdisciplinar da realidade.

Procurou-se a partir da visão interdisciplinar da Geografia, avançar, sob a ótica do planejamento ambiental, na discussão da importância da integração de dados, tendo como estudo de caso específico, o Programa de Reflorestamento da UHE Funil de propriedade de Furnas. Foram identificados quais os benefícios resultantes e problemas existentes desta integração no empreendimento sobre o espaço de planos e ações da Empresa.

Entretanto, conforme ressalta Santos (2004), o planejamento não se faz somente a partir de um único ator, ele se completa com a possibilidade de participação pública. Este é o ponto de apoio para uma transformação do espaço de forma mais equilibrada e menos

desigual.

De acordo com Santos (2004, p. 158)

Mapas sobre temas, indicadores ou zoneamentos são somente aparatos técnicos, que auxiliam muito mais na compreensão dos fenômenos no ambiente, permitindo nortear alternativas e sugerir ordenamentos, mas não podem ser consideradas em si, ferramentas de tomada de decisão. Desconsiderar as forças opostas às propostas do planejamento técnico, os conflitos de interesses ou os valores e representações da sociedade, é um erro sem retorno.

Os conflitos existem e sempre existirão num espaço geográfico sempre contraditório e dinâmico. Reconhecê-los e discuti-los é avançar rumo a uma sociedade mais justa e solidária. O planejamento de bases sólidas e comprometido com o coletivo nos possibilita tentar um outro rumo.

Participar, em planejamento significa tomar parte, integrar-se pela razão e pelo sentimento, fazer saber, saber comunicar, reconhecer diferentes interesses, expectativas e valores, identificar analogias, debater, negociar, evidenciar pontos comuns, definir interesses, promover alianças, promover ajustes e tomar decisões de consenso sobre aquilo que é do uso e direito de todos, na presença de todos. (Santos, 2004, p. 158)

Portanto, pretendeu-se discutir a importância da integração e sistematização de informações ambientais, em um contexto empresarial, de forma a aperfeiçoar a tomada de decisão. Neste sentido destaca-se o SIG, como ferramenta que têm significativa importância neste âmbito. Conseqüentemente, a interoperabilidade foi alcançada a partir do cruzamento de informações que estão armazenadas em um mesmo repositório, mas, alimentadas e gerenciadas por softwares e setores distintos.

Os objetivos propostos, portanto, foram atendidos e a hipótese norteadora da pesquisa foi comprovada ao, após implementada a integração de informações existentes e segmentadas na empresa, serem verificados os benefícios obtidos pelos técnicos do Programa de Reflorestamento não só pela incorporação técnica das informações à base de dados corporativa como também e, principalmente, pelas possibilidades de integração entre técnicos, órgãos e projetos de meio ambiente resultantes desta implementação. Há a tendência de superação de obstáculos identificados e maior diálogo entre os atores envolvidos seja dentro

da própria empresa, entre técnicos de campo e escritório, seja na interface empresa-sociedade entre o corpo técnico e a população envolvida no projeto.

Ao mesmo tempo a posição da Empresa se fortalece perante a intensa competição de mercado atualmente existente porque promove sinergias internas entre os departamentos que, ao terem disponíveis seus dados para toda a Empresa resultam em outros trabalhos mais integrados e aprimoram a cultura da interdisciplinaridade, inclusive, entre os setores, que se torna mais presente.

A gestão torna-se mais eficaz ao ser eliminado o retrabalho e havendo maior agilidade entre os departamentos na troca de informações para a execução das ações. O usual descolamento entre a análise ambiental da fase de planejamento-projeto-construção e da operação efetiva é reduzido. Além disso, a Empresa passa a se respaldar na melhor imagem ambientalmente responsável.

No caso específico do planejamento e gestão ambiental cujos componentes natural e social estão intensamente interligados, chega-se mais próximo do que consideramos ideal no que se refere a disponibilização de informações para técnicos envolvidos e para a sociedade, futuramente. Entretanto, ressalta-se que o planejamento ambiental não se restringe à troca de informações ou sua simples integração, assim como o método não constitui seu objetivo. O grande avanço pode ser percebido como uma etapa transposta e um obstáculo que foi vencido: a integração de informações, propiciada pelo aprimoramento tecnológico, mas que faz parte de um todo mais complexo, o próprio planejamento que, para ser efetivamente implementado com sucesso, demanda a resolução de inúmeros outros entraves e problemas.

Esta pesquisa é um ponto de partida, para uma análise mais aprofundada sobre os caminhos do planejamento e da gestão ambiental no cerne empresarial. Como ótica principal prioriza-se a ciência geográfica e sua lente que complexifica nosso olhar sobre o espaço tornando-o simultaneamente atraente e desafiador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTVATER, E. Os desafios da globalização e da crise ecológica para o discurso da democracia e dos direitos humanos. In: HELLER, Agnes et al. *A crise dos Paradigmas em Ciências Sociais e os Desafios para o século XXI*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1999. p. 109-154.
- ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 2ªed. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/aspectos_institucionais/2_1_1.htm> Acesso em: 10 jan. 2008.
- ANTUNES, R. *Os sentidos do trabalho*. São Paulo: Boitempo, 2001. 264 p.
- AUTODESK. Autodesk GIS Design Server: On line Guides and Help. 2002. Relatório Técnico.
- BECKER, B. K.; CHRISTOFOLETTI, A.; DAVIDOVICH, F.R.; GEIGER, P.P. (Org.) *Geografia e Meio Ambiente no Brasil*. São Paulo: Hucitec, 2002. 397 p.
- BONHAM-CARTER, G. F. *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS*. New York: Pergamon, 1994. 398 p.
- BRÜSEKE, Franz J. *A técnica moderna e os riscos da modernidade*. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001.
- BUZAI, G. D. *Geografia global: el paradigma geotecnológico y e espacio interdisciplinario en la interpretación del mundo del siglo XXI*. Buenos Aires: Lugar Editorial, 1999. 216 p.
- CÂMARA, G. ; CASANOVA, M. ; DAVIS, C. ; VINHAS, L. ; QUEIROZ, G. R. *Bancos de Dados Geográficos*. Curitiba: Ed. MundoGEO, 2005. 506 p.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V (Org.) *Introdução à Ciência da Geoinformação*. [S.l.: s.n.], 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 15 jun. 2006.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. *Geoprocessamento para Projetos Ambientais*. São José dos Campos: INPE, 1998. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/> . Acesso em: 20 jun. 2006.
- CANDEIAS, A.L.B; MELO JUNIOR, J.B; SIG e sua interoperabilidade utilizando servidores de WEB. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. *Anais*. INPE, 2005, p. 16-21.
- CASANOVA, M.A. Integração e Interoperabilidade entre fontes de dados geográficos. Rio de Janeiro: Palestra Semana de Geoprocessamento. In: I ENCONTRO UERJ DE GEOMÁTICA. 2006.
- CASTELLS, M. *Fim de Milênio*. São Paulo: Paz e Terra. 1999. 497 p.
- COPPETEC. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul: Análise dos Impactos e das Medidas Mitigadoras que envolvem a Construção e Operação de Usinas

- Hidrelétricas. Relatório Contratual R-6. PSR-009-R1. Relatório Final. 2007. 148 p.
- CHESNEAUX, J. *Modernidade - Mundo*. Petrópolis: Vozes, 1996.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 240 p.
- CICIN-SAIN, B. Sustainable development and integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management*. n. 21. p. 11-43. 1993.
- CONSTRUTELa. Apostila de Administração do AGDS. 2004. 137 p. Relatório Técnico.
- CONSTRUTELb. Apostila de Simbologias do AGDS. 2004. 47 p. Relatório Técnico.
- CONSTRUTELc. Apostila de AGDS Interface. 2004. 30 p. Relatório Técnico.
- CONSTRUTELd. Apostila de Introdução ao AGDS. 2004. 65 p. Relatório Técnico.
- CORRÊA, R. L. Corporação, práticas espaciais e gestão do território. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, n. 54 (3), p. 115 -122, jul-set.1992.
- CORRÊA, R. L. Os centros de gestão do território: uma nota. *Revista Território*, Rio de Janeiro, n. 1, p 23-30. 1996.
- CORRÊA, R. L.; CASTRO, I. E. de; GOMES, P. C. da C. (Org). *Explorações Geográficas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 367 p.
- CUNHA, Sandra Baptista da. *Impacto das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da Bacia do Rio São João (Rio de Janeiro - Brasil)*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1995. 378 p.
- CURIEN, N. *D'une problématique générale des réseaux à l'analyse économique du transport des informations*, DUPUY G. Réseaux territoriaux. Caen: Paradigme. 1988.
- D'ARAÚJO, Roberto Pereira; PACETTA, Elizabeth; SOUZA, Monica Vasconcellos S. de; CARVALHO, Renato R. P. de; SPITZ, Andre Roberto. *Reformulação do planejamento em FURNAS : inserção regional e meio ambiente*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1989. 72 p.
- DAVIS JR., C. A. Geoprocessamento: Dez anos de transformações. *Revista Informática Pública*, ano 4, n. 1, p. 17-24, 2002. Disponível em: <http://www.ip.pbh.gov.br/ANO4_N1_PDF/ip0401davis_geo.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2006.
- DAVIS JR., C. A. SIG Interoperável e Distribuído para Administrações Municipais de Grande Porte. *Revista Informática Pública*, ano 4, n. 1, p. 121-141, 2002. Disponível em: <[http://www.ip.pbh.gov.br/revista0401/ip0401davis\(c\).pdf](http://www.ip.pbh.gov.br/revista0401/ip0401davis(c).pdf)> Acesso em: 15 jul. 2006
- DAVIS JR., C. A. Objetos espaciais em banco de dados relacional. *INFOGEO*, Curitiba, n. 3(18), p. 46-48, 2001.
- DIAS, L. C. (Org.) ; SILVEIRA, R. L. (Org.) . *Redes, sociedades e territórios*. 1. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2005. v. 1. 260 p.
- EGENHOFER, M.; GLASGOW, J.; GUNTHER, O.; HERRING, J.; PEUQUET, D. Progress in Computational Methods for Representing Geographic Concepts. *International Journal of*

Geographical Information Science, n. 13 (8), p.775-796. 1999.

ESRI. What is ArcGIS 9.2. 2006. 119 p. Relatório técnico.

DAVIDOVICH, F. Gestão do Território, um tema em questão. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, n. 53 (3), p. 7-31, jul./set. 1991.

FEMA. Licença de Instalação da APM Manso. n. 109. Cuiabá. 1998. 9 p. Relatório Técnico.

FERRARI, R. *Viagem ao SIG: planejamento estratégico viabilização, implantação e gerenciamento de sistemas de informação geográfica*. Curitiba: Ed. Sagres, 1997. 174 p.

FERREIRA, K. R. *Interface para Operações Espaciais em Banco de Dados Geográficos*. 2003. 100f. Dissertação (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos. 2003.

FRANCISCO, E. R. GIS, Ciência e Consilience. *INFOGEO*, Curitiba, ano 5, n. 30, p. 42-44. 2003.

FURNASa. Documentação Técnica do GISFURNAS. 2000. Relatório técnico.

FURNASb. APM MANSO: Termo de referência – subsídios para contratação de serviços no âmbito do programa de sistema de informações geográficas. Rev. 3. 2000. 26 p. Relatório técnico.

FURNAS. Documentação Técnica do GISFURNAS após 1ª Ampliação. 2003. Relatório técnico.

FURNAS. Documentação Técnica do GISFURNAS após 2ª Ampliação. 2006. Relatório técnico.

FURNASa. Revista FURNAS. Edição Especial. Ano XXXIII, n. 337. Fevereiro 2007. Relatório técnico.

FURNASb. Descrição de Processos do Programa de Reflorestamento. 2007. Relatório técnico.

FURNAS CENTRAIS ELETRICAS. Edital para a 1ª Ampliação do Sistema de Informações Geográficas de Furnas. 2000. Relatório técnico.

FURNAS CENTRAIS ELETRICAS. Edital para a 2ª Ampliação do Sistema de Informações Geográficas de Furnas. 2001. Relatório técnico.

GONÇALVES, C. W. P. Geografia Política e Desenvolvimento Sustentável. *Terra Livre, Geografia, Política e Cidadania*, São Paulo, n. 11-12. 1996.

HABERMAS, J. *Ciencia y Técnica como ideología*. Madrid: Tecnos, 1986. 112 p.

HARVEY, D. *Los limites del Capitalismo y la Teoria Marxista*. México: Fondo de Cultura Econômica, 1990. p. 416-453.

HARVEY, D. *Condição Pós-Moderna*. São Paulo: Edições Loyola, 1996.

HARVEY, D., *Espaços de Esperança*. São Paulo: Edições Loyola, 2004.

HAESBAERT, R., Da Desterritorialização à multiterritorialização. In: IX Encontro Nacional da ANPUR. Ética, Planejamento e Construção democrática do espaço, 2001, Rio de Janeiro *Anais*. Vol. III. Rio de Janeiro, 2001, p. 1775-1783.

IANNI, O. *A sociedade global*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1993.

LANA, E. L. *Gerenciamento de bacia hidrográfica: Aspectos conceituais e metodológicos*. Brasília: IBAMA, 1995. 171 p.

LEFF, Enrique. *Epistemologia ambiental*. São Paulo: Cortez, 2001. 240 p.

LE MOS, A. *Cibercultura, tecnologia e vida social na cultura contemporânea*. Porto Alegre: Sulina, 2002. 328 p.

LIPIETZ, A. *O capital e seu espaço*. São Paulo: Nobel, 1988.

LIPIETZ, A. *Audácia: uma alternativa para o século 21*. São Paulo: Nobel. 1991.

LITTLE, P. E. (Org.) *Políticas Ambientais no Brasil: análises, instrumentos e experiências*. São Paulo: Peirópolis; Brasília: IIEB, 2003.

MARTIN, David. *Geographic Information System, socioeconomic applications*. London: Routledge, 1996. 210 p.

MATIAS, L.F. Por uma economia política das geotecnologias. *Geo Crítica / Scripta Nova, Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, vol. VIII, n. 170-52, 2004. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-52.htm>> Acesso em : 30 jul. 2006.

MATIAS, L.F. Sistema de Informações Geográficas: ainda a questão de método. *Geosp*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 21-33. 2003.

MELO JR. J.B.; CANDEIAS, A.L.B. SIG e sua interoperabilidade utilizando servidores de WEB. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. *Anais*. INPE, 2005, p. 16-21.

MEIRELLES, Fernando de Souza. *Informática: novas aplicações com microcomputadores*. 2.ed. São Paulo : Makron Books, 1994.

MELGAÇO, L . *A Geografia do Atrito: dialética espacial e violência em Campinas-SP*. 2005. 142 f. Dissertação (Mestrado) Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo. 2005.

MENEGUETTE, A. A. C., *Introdução ao Geoprocessamento, curso On-Line*. [S.l.: s.n., 19–] Disponível em: <http://www.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp_arlete/course>. Acesso em: 30 maio 2004.

MOREIRA, R. J. Economia Política da Sustentabilidade: uma perspectiva neomarxista. In: COSTA, L. F. C. ; BRUNO, R.; MOREIRA, R. J. *Mundo Rural e Tempo Presente*. Rio de Janeiro: Mauad, 1999.

MORIN, Edgar. Por uma reforma do pensamento. IN: PENA-VEGA, Alfredo e ALMEIDA, Elimar Pinheiro. *O pensar complexo: Edgar Morin e a Crise da Modernidade*. Rio de Janeiro: Garamond, 1999.

MOURA, A. C. M. *Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano*. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2003. 294 p.

OLIVEIRA, E. F. Open Geospatial Consortium. *INFOGEO*, Curitiba, ano 8, n. 46, p. 20-22. 2007

ORTIZ, R. *Mundialização e cultura*. São Paulo: Brasiliense, 1994. 234 p.

OGC. Geodata Interoperability: What Does It Mean For Business Geographics. White Paper, 2004. Relatório técnico.

OGC. The important of Going Open. White Paper, 2005. Relatório técnico.

PADILHA, T.C.C.; COSTA, A.F.B.;CONTADOR, J.L.; MARINS, F.A.S.; Tempo de implantação de sistemas ERP: análise da influencia de fatores e aplicação de técnicas de gerenciamento de projetos. *Gestão e Produção*. v.11, n.1, p.65-74, jan-abr. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v11n1/a06v11n1.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2008.

PEREIRA, M. da C.; Implementação da ferramenta GIS: uma mudança de paradigma. In: INFOGEO. Curitiba, Editora MundoGeo. Ano 5, n. 30. 2003. 32-35 p.

PIRES, H. F. As metamorfoses tecnológicas do Capitalismo no período atual. Revista Terra Livre Nº 09. São Paulo, 1992, p. 57-89.

PIRES, H. F. Reestruturação Industrial e Alta-Tecnologia no Brasil. 1995. 256 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Departamento de Instituto de Filosofia Ciencias e Letras, USP, São Paulo, 1995. Disponível em: <http://www.cibergeo.org/artigos/> Acesso em: janeiro de 2005.

PORTO-GONÇALVES, C.W.; HAESBAERT, R. *A nova des-ordem mundial*. São Paulo: UNESP, 2006. 160 p.

RAVADA, S.; Kanth, R.; Venkata, K. Efficient Processing of Large Spatial Queries Using Interior Approximations. In: Computer Science. Proceedings of the 7th International Symposium on Advances in Spatial and Temporal Databases. Vol. 2121. London: Springer-Verlag. 2001. p. 404 – 424

RIO, G. A. P. do. Estrutura Organizacional e Reestruturação Produtiva: uma contribuição para a Geografia das Corporações. *Território*, ano III, n. 5, jul-dez, 1998. p. 51-66

ROCHA, C.H. B. *Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar*. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000.

ROBIN, J. Mutation Technologique, stagnation de la pensée. Les frontières de l'économie globale. *Manière de Voir* 18, p. 72-74, Paris: Le Monde Diplomatique, 1993.

RUA, J., Seguindo Novos Caminhos: transformações territoriais e modernização no município de Quissamã (RJ) – uma contribuição para o desenvolvimento local. 2003. Tese

(Doutorado). PPG de Geografia, FFLCH, USP, São Paulo. 2003.

SANO, E. E.; ASSAD, E. D. *Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na agricultura*. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. 434 p.

SANTOS, M. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, M. Modo de produção técnico-científico e diferenciação espacial. *Território*, ano IV, n. 06, p. 5-20, jan/jul. 1999.

SANTOS, M. *Por uma outra globalização*. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SANTOS, R.F. *Planejamento Ambiental, teoria e prática*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SILVA, A. B. *Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos*. Campinas, São Paulo: Ed. da Unicamp, 1999. 236 p.

SILVEIRA, M. L. O Espaço Geográfico: da Perspectiva Geométrica à Perspectiva Existencial. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 19, p. 81 - 91, 2006.

SLOCOMBE, D. S. Environmental planning, ecosystem science and ecosystem approaches for integrating environment and development. *Environmental Management*, New York, n.17, n. 3, 1993.

SMITH, N. *Desenvolvimento desigual*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SOJA, E. Uma concepção materialista da espacialidade. In: BECKER, B.; COSTA, R. H. da; SILVEIRA, C. *Abordagens Políticas da Espacialidade*. Rio de Janeiro: UFRJ, Departamento de Geografia / Programa de pós-graduação, 1983.

SOJA, E. W. *Geografias Pós-Modernas. A reafirmação do espaço na Teoria Social Crítica*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1993.

SOUZA, M. A. A. *As tecnologias da informação e a compreensão do mundo do presente: a Geografia como finalidade. O Geoprocessamento como meio*. [S.l.: s.n., 200-] Disponível em <<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/lucasm/geoprocessamentoI.html>>. Acesso em: 30 ago. 2006.

SOUZA, M. L. de. Algumas notas sobre a importância do espaço para o desenvolvimento social. *Território*, Rio de Janeiro, n. 3, p. 13-36, jul./dez. 1997.

SOUZA, M. L. de. *O desafio metropolitano. Um estudo sobre a problemática sócioespacial nas metrópoles brasileiras*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

SOUZA, M. L. de. A teorização sobre o desenvolvimento em uma época de fadiga teórica, ou: sobre a necessidade de uma “teoria aberta” do desenvolvimento sócio-espacial. *Território*. Rio de Janeiro: Relume/Dumará, n. 1, p. 5-22, dez. 1996..

SOUZA, M. L. de. A expulsão do paraíso. O paradigma da complexidade e o desenvolvimento sócio-espacial. In: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo César da Costa;

CORRÊA, Roberto Lobato (Org). *Explorações Geográficas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 367 p.

TOMLINSON, Roger. *Thinking about GIS: geographic information system planning for managers*. Redlands: ESRI Press, 2003. 307 p.

THOME, R. *Interoperabilidade em Geoprocessamento: Conversão entre modelos conceituais de Sistemas de Informação Geográfica e comparação com o padrão Open GIS*. 1998. 200 f. Dissertação (Mestrado), INPE. 1998.

VAINER, C. As escalas do poder e o poder das escalas. O que pode o poder local? Cadernos IPPUR. Planejamento e Território: ensaios sobre a desigualdade. Rio de Janeiro, v.15, n.2/v.16, n.1, p.13-32, ago./dez., 2001 – jan./jul., 2002.

VERHELST, T. G., O Direito à Diferença, identidades culturais e desenvolvimento, Petrópolis: Vozes, 1992.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e Análise Ambiental. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro: SBG, n. 54, p. 47-61, jul./set. 1992.

XAVIER-DA-SILVA, J. *Geoprocessamento para Análise Ambiental*. Rio de Janeiro: Ed. do Autor, 2001. 227 p.

XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T. *Geoprocessamento e Análise Ambiental - Aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 368 p.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)