



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

EZEQUIEL GARCEZ AMORIM

**DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO SIG WEB PARA ANÁLISE DAS
OCORRÊNCIAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO DA CHESF UTILIZANDO
FERRAMENTAS DE SOFTWARE LIVRE**

CAMPINA GRANDE - PB

2011

EZEQUIEL GARCEZ AMORIM

**DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO SIG WEB PARA ANÁLISE DAS
OCORRÊNCIAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO DA CHESF UTILIZANDO
FERRAMENTAS DE SOFTWARE LIVRE**

Monografia apresentada à Banca Examinadora como requisito para a obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento.

Área de Concentração: Geoprocessamento, Linhas de transmissão, SIG Web, Energia Elétrica.

Orientador: Prof. Cláudio de Souza Baptista, PHD
Co-Orientador: Prof. Hugo Feitosa de Figueirêdo, MSc.

CAMPINA GRANDE - PB

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

A524d

Amorim, Ezequiel Garcez.

Desenvolvimento de uma aplicação SIG Web para análise de ocorrências em Linhas de Transmissão da Chesf utilizando ferramentas de software livre [manuscrito] / Ezequiel Garcez Amorim. - 2011.

61 f. : il. color.

Monografia (Especialização em Geoprocessamento)
– Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2011.

“Orientação: Prof. Dr. Cláudio de Souza Baptista, Universidade Federal de Campina Grande”.

“Co-Orientação: Prof. Me. Hugo Feitosa de Figueirêdo, Universidade Federal de Campina Grande.”

1. Geoprocessamento. 2. Linhas de transmissão. 3. SIG Web. 4. Energia Elétrica. I. Título.

21. ed. CDD 621.382

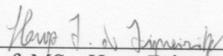
EZEQUIEL GARCEZ AMORIM

**DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO SIG WEB PARA ANÁLISE
DAS OCORRÊNCIAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO DA CHESF
UTILIZANDO FERRAMENTAS DE SOFTWARE LIVRE**

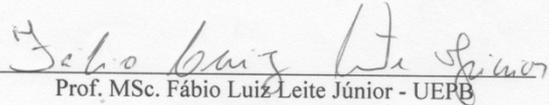
Monografia apresentada à Banca Examinadora como
requisito para a obtenção do título de Especialista,
pelo Programa de Especialização em
Geoprocessamento
Área de Concentração: Geoprocessamento

Aprovado em 7 de novembro de 2011.

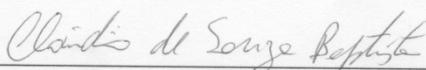
Banca Examinadora



Prof. MSc. Hugo Feitosa de Figueirêdo - IFPB
(Examinador externo)



Prof. MSc. Fábio Luiz Leite Júnior - UEPB
(Examinador interno)



Prof. Cláudio de Souza Baptista, Ph.D. - UFCG
(Orientador)

CAMPINA GRANDE-PB

2011

Dedico este trabalho à Chesf; a todos aqueles que contribuíram para sua realização; bem como a todos estudiosos e orientadores que buscam, de forma incansável, maneiras mais eficazes de socializar o conhecimento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida.

A toda a minha família, em especial a minha esposa Cynara Karine, que durante a minha caminhada em busca do sucesso moral, intelectual e profissional, estão deixando marcas de carinho, compreensão e dedicação.

A Chesf, em especial a Superintendência de Manutenção (SMN), ao Departamento de Manutenção de Linhas (DML) e a gerência da Divisão de Manutenção e Análise do Desempenho de Linhas de Transmissão (DODL), Engº. Sandro Maurício, pela confiança e oportunidade para a realização deste curso.

A todos os profissionais da DODL, em especial aos colegas Antonio Elias, Paulo Ivo, José Osvaldo, Mateus e Ricardo pela atenção, informações e por todo apoio recebido.

Ao meu professor orientador, Cláudio Baptista, PHD, co-orientador professor Hugo Feitosa, e colega Maxwell Guimarães (Mestrando da UFCG), pela disponibilidade, dedicação e conhecimentos transmitidos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“... É preciso viver ativamente, como se fosse morrer amanhã, e aprender intensamente, como se fosse viver para sempre ...”

**(Sentença atribuída a Isidoro de Servilha,
Humanista Espanhol, do século VII)**

RESUMO

Nos dias atuais não há quem discuta a importância da eletricidade nos diversos setores da sociedade. A energia elétrica proporciona a sociedade trabalho e desenvolvimento, e aos seus cidadãos conforto, bem-estar e praticidade, o que torna a sociedade moderna cada vez mais dependente de seu fornecimento e mais suscetível às falhas do sistema elétrico. Em contrapartida esta dependência dos usuários vem se traduzindo em exigências por melhor qualidade dos serviços e do produto.

Como mecanismo para incentivar a qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica, bem como a maximização da disponibilidade dos equipamentos e instalações, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), órgão regulador e fiscalizador do sistema elétrico brasileiro; criou a Parcela Variável onde a indisponibilidade dos ativos de transmissão é onerada por um desconto sobre a sua receita.

No entanto, inúmeros são os problemas que as empresas do setor elétrico enfrentam em suas linhas de transmissão de alta tensão que trazem riscos à continuidade do fornecimento de energia. Queimadas, Vandalismos, Descargas Atmosféricas, entre outras, numa linha de transmissão principal pode colocar em perigo a operação de um sistema e resultar em multas além de perdas consideráveis de receita.

Diante deste contexto e tendo como universo de estudo as Linhas de Transmissão da Chesf (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco), e um espaço amostral das ocorrências nestes ativos que causaram a indisponibilidade na função transmissão durante o ano de 2010, surgiu o interesse em estudar e desenvolver uma aplicação SIG Web, utilizando ferramentas de Software livres, que permita, através de mapas, uma percepção visual rápida da distribuição espacial das Ocorrências em Linha de Transmissão da Chesf identificando as causas que comprometendo a qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica e contribuindo com o aumento do desconto com a Parcela Variável.

A metodologia utilizada, nessa pesquisa, consistiu na elaboração de três etapas: plano de pesquisa, através de um processo investigativo e de desenvolvimento de novos conhecimentos associados à compreensão dos já existentes, com vistas ao suprimento de uma necessidade da DODL (Divisão de manutenção e Análise do desempenho de Linhas de Transmissão); plano de coleta, por meio de revisões bibliográficas e levantamento de dados; e plano de análise, com o estudo dos dados obtidos e aperfeiçoamento no desenvolvimento da ferramenta de gestão no tocante a visualização dos pontos críticos.

O resultado deste estudo implica num aprendizado contínuo na área de gestão de manutenção, uma vez que, a apropriação deste é essencial para promover o Monitoramento de pontos prováveis para o acontecimento de falhas transitórias e permanentes que comprometam a transmissão de energia elétrica; Auxílio à equipe da DODL na priorização de recursos de investimentos em benfeitorias e campanhas educativas; e conseqüentemente o aumento na confiabilidade e disponibilidades dos ativos de Transmissão da Chesf e Redução de custos com a Parcela Variável.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Linhas de Transmissão, SIG Web, Energia Elétrica.

ABSTRACT

Nowadays no one discuss the importance of electricity in different sectors of society. The power company provides the work and development, and its citizens comfort, welfare and convenience, which makes modern society increasingly dependent on supply and more susceptible to failures of the electrical system. On the other hand this dependence of users has been translated into demands for higher quality services and product.

As a mechanism to stimulate the quality of public electricity transmission and maximizing the availability of equipment and facilities, ANEEL (National Electric Energy Agency), regulator and enforcer of the Brazilian electrical system, which created the Parcel Variable the unavailability of transmission assets is burdened with a discount on your prescription.

However, there are countless problems that electric utilities face in their line of high-voltage transmission that pose risks for the continued supply of energy. Fires, Vandalism, Lightning, among others, a main transmission line can endanger the operation of a system and result in fines in addition to considerable revenue losses.

Faced this context and as the universe of study Chesf Transmission Lines (Hydroelectric Company of San Francisco), and a sampling of events in these assets that caused the outage in the transmission function during the year 2010, the interest in studying and develop a GIS Web application, using free software tools that allow, through maps, a quick visual perception of spatial events in Line Chesf Transmission identifying the causes affecting the quality of public electricity transmission and contributing to the increase in the discount with Parcel Variable.

The methodology used in this research consisted of developing three stages: research plan, through an investigative process and development of new knowledge associated with understanding the existing ones, in order to supply a need for DODL (Division of Maintenance and Performance analysis of transmission lines); collection plan, through literature reviews and data collection, and analysis plan, with the study of data obtained in the development and improvement of the management tool with regard to visualization of critical points.

The result of this study involves a continual learning in the area of maintenance management, since the appropriation of this is essential to promote the monitoring points to the likely occurrence of transient and permanent faults that compromise the transmission of electric energy; to help team DODL prioritization of resource investments and improvements in educational campaigns, and consequently the increase in reliability and availability of assets Chesf Transmission and Cost Reduction with Parcel Variable.

Keywords: Geoprocessing. Transmission Line. GIS Web. Electricity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Estrutura Básica de um sistema elétrico de Potência na Brasil	07
FIGURA 02: Mapa do Sistema de Transmissão Horizonte 2012	08
FIGURA 03: Arquitetura de um Sistema de Informação Geográfica	24
FIGURA 04: Mapa do Nordeste do Brasil com Linhas de Transmissão da Chesf	29
FIGURA 05: Evolução dos Ativos de Linhas de Transmissão da Chesf	29
FIGURA 06: Projeto Relacional	34
FIGURA 07: Banco de dados espaciais criado no PostgreSQG, através do pgAdmin III, com o nome “Chesf” e suas respectivas tabelas	45
FIGURA 08: Consulta de todos os Eventos Chesf que ocorreram em 2010	48
FIGURA 09: Consulta de registros cujo Evento está relacionado à causa Descarga Atmosférica em 2010	48
FIGURA 10: Ícones criados para representar as principais Causas de Eventos em Linha de Transmissão Chesf	49
FIGURA 11: Criação de Visão cujo Evento está relacionado à causa Vandalismo em 2010	50
FIGURA 12: Tela do Geoserver com Workspace Ezequiel criado	51
FIGURA 13: Tela do Geoserver com Stores Chesf criado	51
FIGURA 14: Tela do Geoserver de edição do Data Source	52
FIGURA 15: Tela da pasta public do Dropbox para cópia do link da imagem Vento do ícone Vendaval	52
FIGURA 16: Tela do Geoserver de criação dos Layers	53
FIGURA 17: Tela do Geoserver de sincronização do Workspace: Ezequiel e Store: Chesf	53
FIGURA 18: Tela do Geoserver de configuração da Layer Queima_Cana_2010 adaptada por Ezequiel	54

FIGURA 19: Tela do Geoserver com a Pré-visualização da Camada Queima_Cana_2010, em WMS, através do <i>OpenLayers</i>	54
FIGURA 20: Tela do Geoserver para criação dos arquivos em KML	55
FIGURA 21: Tela do Google Earth com a visualização das Camadas Nordeste; linhas e Vegetacao_2010	55

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: FT previstas na Resolução Normativa nº. 191, de 12/12/2005	11
TABELA 02: Padrão de Duração de Desligamento, Padrão de Frequência de Outros Desligamentos e Fatores Ko e Kp	12
TABELA 03: Métodos de entrada de dados espaciais no SIG e dispositivos utilizados	25
TABELA 04: Métodos de produção de dados espaciais no SIG e dispositivos utilizados..	27
TABELA 05: Atributos da tabela EVENTO	35
TABELA 06: Atributos da tabela EVENTO_CAUSA	37
TABELA 07: Atributos da tabela EVENTO_ESPECIE	38
TABELA 08: Atributos da tabela EVENTO_ESTADO_LT	38
TABELA 09: Atributos da tabela EVENTO ESTRUTURA	39
TABELA 10: Atributos da tabela EVENTO_SUB_ANALISE	39
TABELA 11: Atributos da tabela EVENTO_TEMPO	40
TABELA 12: Atributos da tabela EVENTO_TIPO	41
TABELA 13: Atributos da tabela LINHA_TRANSMISSAO	41
TABELA 14: Atributos da tabela SERVICO	42
TABELA 15: Atributos da tabela SUBESTACAO	42
TABELA 16: Atributos da tabela SUB_ANALISE_ESTADO	43
TABELA 17: Parâmetros x Funcionalidade no Prompt do Comando do Windows	46
TABELA 18: Origem dos Ícones que representam as Principais Causas de Evento em LT da Chesf	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASV	Autorização de Supressão de Vegetação
BC	Banco de Capacitores
CEEE-GT	Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
Chesf	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CR	Controle de Reativo
CRE	Compensador Estático
CSE	Compensador Série
CSI	Compensador Síncrono
CTPS	Contratos de Prestação de Serviços de Transmissão
DML	Departamento de Manutenção de Linhas da Chesf
DODL	Divisão de Manutenção e Análise do Desempenho de Linhas de Transmissão
Eletrobrás	Centrais Elétricas Brasileiras
Eletronorte	Centrais Elétricas do Norte do Brasil
Eletrosul	Centrais Elétricas do Sul do Brasil
FT	Função Transmissão
GIF	Graphics Interchange Format
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
HTML	Hyper Text Markup Language
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
JPEG	Joint Photographic Experts Group
KML	Keyhole Markup Language
LT	Linha de Transmissão
MG	Módulo Geral
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
OGC	Open Geospatial Consortium

ONS	Operador Nacional do Sistema
PB	Pagamento Base
PIB	Produto Interno Bruto
PDF	Portable Document Format
PNG	Portable Network Graphics
PV	Parcela Variável
PVI	Parcela Variável por Indisponibilidade
PVRO	Parcela Variável por Restrição Operativa Temporária
RAP	Receita Anual Permitida
RASO	Reunião de Análise Semanal da Operação
REA	Reator
SBML	Serviço de Manutenção de Linhas de Transmissão de Sobradinho
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SGBD	Sistema de Gerência de Banco de Dados
SGBDOR	Sistema de Gerência de Banco de Dados Objeto Relacional
SHP	Shape format
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SIGA	Sistema Integrado de Gestão de Ativos
SIN	Sistema Interligado Nacional
SLLR	Serviço de Manutenção de Linhas de Transmissão do Recife
SLMG	Serviço de Manutenção de Campina Grande
SLML	Serviço de Manutenção de Rio Largo
SMN	Superintendência de Manutenção da Chesf
SNLF	Serviço de Manutenção de Linhas de Transmissão de Fortaleza
SNMM	Serviço de Manutenção de Milagres
SOML	Serviço de Manutenção de Linhas de Transmissão Oeste
SPML	Serviço de Manutenção de Linhas de Transmissão de Paulo Afonso
SQL	Structured Query Language
SRID	Spatial Reference System Identifier
SRS	Spatial Reference System
SSLS	Serviço de Manutenção de Linhas de Transmissão Sul
SSMA	Serviço de Manutenção de Aracaju
SSMF	Serviço de Manutenção de Funil
TR	Transformador

XML	Extensible Markup Language
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service
WWW	World Wide Web

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	01
1.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	01
1.2. MOTIVAÇÃO	02
1.3. OBJETIVOS	04
1.4. ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	04
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	06
2.1. VISÃO GERAL DE UM SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA	06
2.2. PARCELA VARIÁVEL X IMPACTOS NO SISTEMA DE TRANSMISSÃO ..	09
2.2.1. PRINCIPAIS DEFINIÇÕES	10
2.2.2. TIPOS E CLASSIFICAÇÃO PARA A PARCELA VARIÁVEL	11
2.2.3. PVI APLICADA A FUNÇÃO LINHA DE TRANSMISSÃO	17
2.3. PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO	19
2.4. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	23
2.4.1. ARQUITETURA DE UM SIG	24
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	28
3.1. NATUREZA DA PESQUISA	28
3.2. UNIVERSO DA PESQUISA	28
3.3. SUJEITOS DA PESQUISA	30
3.4. MATERIAIS EMPREGADOS	30
3.4.1. BASE DE DADOS	30
3.4.2. PROGRAMAS COMPUTACIONAIS	32
3.5. MÉTODOS UTILIZADOS	34
3.5.1. MODELAGEM DOS DADOS	34
3.5.2. DICIONÁRIO DE DADOS	35
3.6. COLETA DE DADOS	43
3.7. TRATAMENTO DOS DADOS ESPACIAIS	44
3.7.1. CRIAÇÃO DE BANCO DE DADOS	44
3.7.2. CONVERSÃO DE DADOS	45
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS	47
4.1. CRIAÇÃO CONSULTAS SQL	47
4.2. EDIÇÃO DE ÍCONES	49
4.3. TRANSFORMAÇÃO DA CONSULTA EM VISÕES ESPACIAIS	50

4.4. CONFIGURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO GEOSERVER	50
4.5. PUBLICAÇÃO DA CAMADA EM KML E VISUALIZAÇÃO NO GOOGLE EARTH	54
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÊNDICE	61

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

No dia 26 de junho de 2007, a ANEEL implantou a Resolução Normativa nº. 270/2007, que estabelece as disposições relativas à qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica, associada à disponibilidade das instalações integrantes da rede básica, e dá outras providências, dentre elas a punição financeira com o desconto de uma Parcela Variável por Restrição Operativa Temporária (PVRO) e por Indisponibilidade da Função Transmissão (FT).

A PVRO diz respeito à parcela a ser deduzida do Pagamento Base, ou seja, da parcela equivalente ao duodécimo da Receita Anual Permitida (RAP) associada à disponibilização das instalações de transmissão que compõe uma FT, nos termos da Resolução Normativa nº. 191/2005 da ANEEL, de 12 de dezembro de 2005 por Restrição Operativa Temporária existente na Função Transmissão, de responsabilidade da CHESF, concessionária de transmissão, que resulte na redução da(s) capacidade(s) operativa(s) da própria FT, consideradas as exceções e as condições definidas nos termos da Resolução descrita acima.

Já a Parcela Variável por Indisponibilidade da Função Transmissão será aplicada quando a soma das durações dos desligamentos de uma FT, apuradas no período contínuo de 12 meses anteriores ao da ocorrência, incluindo este, ultrapassando o correspondente Padrão de Duração de Desligamento.

Torna-se necessário evidenciar que em 2009, segundo dados extraídos da Homepage do Portal Corporativo da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (www.chesf.gov.br), a empresa já possuía um dos maiores sistemas de transmissão de energia em alta tensão do Brasil, com mais de 18.000 km de Linhas de Transmissão em 500kV, 230kV, 138kV e 69kV aliados a uma capacidade de transformação de quase 30 mil MVA em suas 94 subestações, que interligam os estados do Nordeste e unem a região aos sistemas das regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

Com o intuito de estabelecer conceitos, procedimentos e competências para a caracterização e fluxo de informações da ocorrência de eventos com Restrição Operativa que causassem impacto na Parcela Variável (PV), entre os diversos Órgãos, Divisões,

Departamentos, Superintendências, Diretoria de Operação e ONS, a Chesf criou, em 30/10/2008, a Instrução Normativa IN-OP.01.014.

Portanto, dentre os diversos procedimentos existentes na referida IN, compete à Divisão de Manutenção e Análise do Desempenho de Linhas de Transmissão orientar e apoiar os Órgãos Executivos de Manutenção adotando todas as providências necessárias para a correção das restrições temporárias, bem como analisar todas as ocorrências existentes e propor soluções que garantam a máxima disponibilidade das Linhas de Transmissão.

Diante disto, surge a seguinte questão dentro da DODL: Como criar ferramentas de gestão (mapas) que permitam uma percepção visual rápida da distribuição espacial das Ocorrências em Linha de Transmissão da Chesf identificando as causas que estão comprometendo a qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica e contribuindo com o aumento do desconto com a Parcela Variável?

1.2 MOTIVAÇÃO

Nos dias atuais não há quem discuta a importância da eletricidade nos diversos setores da sociedade. A energia elétrica proporciona a sociedade trabalho e desenvolvimento, e aos seus cidadãos conforto, bem-estar e praticidade, o que torna a sociedade moderna cada vez mais dependente de seu fornecimento e mais suscetível às falhas do sistema elétrico. Em contrapartida, esta dependência dos usuários vem se traduzindo em exigências por melhor qualidade dos serviços e do produto.

O novo cenário do setor elétrico brasileiro passou a das empresas transmissoras de energia índices cada vez maiores de qualidade e confiabilidade. Uma das medidas de maior destaque neste cenário foi a criação da parcela variável (PV) que impacta diretamente na Receita Anual das empresas Transmissoras. (BELTRÃO, PAULINO, NUNES, 2009, p.1)

Num mercado cada vez mais competitivo, a busca da qualidade é o objetivo de todas as empresas transmissoras de energia elétrica, as quais estão procurando otimizar tempo e esforço para garantir suas posições e melhorar a imagem no mercado.

Em todo o Brasil, as questões que cercam a disponibilidade de energia elétrica são temas recorrentes. Com o surgimento da punição financeira com o desconto de uma Parcela Variável, através da Resolução Normativa nº 270, de 26 de junho de 2007, nunca

foi tão importante o processo de análise das ocorrências em Linhas de Transmissão quanto nos dias de hoje.

... as antigas empresas de transmissão do setor elétrico, federais e estaduais, como por exemplo as subsidiárias do grupo Eletrobrás: Centrais Elétricas do Norte do Brasil – Eletronorte, Furnas Centrais Elétricas, Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF e Eletrosul Centrais Elétricas, assim como algumas empresas estaduais: Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica – CEEE-GT e CEMIG Geração e Transmissão, não estavam sujeitas à aplicação da Parcela Variável, pois a mesma não é contemplada nos seus Contratos de Prestação de Serviços de Transmissão – CPTS.

Para aplicar os preceitos que orientam e conduzem o Sistema elétrico brasileiro de forma isonômica, entre todos os agentes do setor de transmissão de energia elétrica, quanto ao desempenho das concessionárias de transmissão relativo à continuidade do serviço público de transmissão de energia elétrica, ou seja, a aplicação de Parcela Variável por Indisponibilidade, a Aneel, fundamentada em importantes contribuições de especialistas do setor elétrico e de diversas entidades ligadas ao assunto, publicou a Resolução Normativa nº 270, de 26 de junho de 2007. (AFONSO, 2008, p.3)

Inúmeros são os problemas que as empresas do setor elétrico enfrentam em suas linhas de transmissão de alta tensão que trazem riscos à continuidade do fornecimento de energia. Queimadas, vandalismos, descargas atmosféricas, entre outras, numa linha de transmissão principal podem colocar em perigo a operação de um sistema e resultar em multas além de perdas consideráveis de receita.

Por conseguinte, compreender atualmente a distribuição espacial dos fenômenos que geraram as ocorrências nas Linhas de Transmissão é um grande desafio para a DODL, no tocante a elucidação de questões centrais como agilidade nas decisões de uso dos recursos financeiros, materiais e humanos.

O presente estudo busca uma meticulosa análise das ocorrências que afetam a disponibilidades das Linhas de Transmissão da Chesf, bem como o desenvolvimento de mapas que permitam a percepção visual da distribuição espacial dos principais tipos de ocorrências.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GERAL

Desenvolver uma aplicação SIG Web, utilizando ferramentas de software livre, que permita, através de mapas, a percepção visual da distribuição espacial das ocorrências em Linha de Transmissão da Chesf, identificando a causa, durante o ano de 2010.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- a) Relacionar e quantificar as falhas transitórias e falhas permanentes ocorridas no período relacionado para cada Linha de Transmissão, bem como identificar a causa que originou tal problema;
- b) Inserir todos os dados em software de banco de dados; realizando as consultas necessárias e criando as visões espaciais; e
- c) Desenvolver ícones para cada tipo de ocorrência e incluí-los no estilos de publicação das camadas.

1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

O restante da monografia encontra-se estruturada da seguinte forma:

No capítulo 02, denominado FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA, é realizada uma revisão bibliográfica destacando e esclarecendo os principais conceitos abordados que servirão de subsídios científicos para esta pesquisa.

No capítulo 03, denominado METODOLOGIA, estão descritos a natureza, o universo e os sujeitos da pesquisa, bem como os materiais empregados, os métodos utilizados, a forma de coleta e tratamento dos dados para o desenvolvimento deste trabalho.

No capítulo 04, denominado RESULTADOS, é detalhado todo o processo de construção, bem como o resultado final da aplicação SIG Web para análise das ocorrências em linhas de transmissão da Chesf, utilizando ferramentas de software livre.

No capítulo 05, denominado CONSIDERAÇÕES FINAIS, são abordadas as conclusões sobre o trabalho desenvolvido, sua importância, e relato de proposta para possível aperfeiçoamento.

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo encontra-se estruturado em uma abordagem que compreende a visão geral de um Sistema Elétrico de Potência (SEP); a criação da Parcela Variável (PV) através da Resolução Normativa nº. 270 versus o impacto desta regulamentação no sistema de transmissão quanto à indisponibilidade dos ativos de transmissão; as principais ocorrências em linhas de transmissão que trazem riscos à continuidade do fornecimento de energia, bem como o aspecto conceitual de Sistema de Informação Geográfica (SIG) os quais, conforme relatado anteriormente servirão de base científica para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.1 VISÃO GERAL DE UM SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA

Com o passar dos anos, a energia elétrica tem se tornado um dos principais requisitos para o desenvolvimento de uma sociedade econômica moderna. Assim, é impossível pensar hoje em desenvolvimento sem se equacionar de maneira satisfatória a questão energética.

De acordo com FUCHS (1977, p.1) *“Economistas modernos, ao analisarem o grau de desenvolvimento de um país, baseiam-se freqüentemente no consumo per capita de energia elétrica e no índice de crescimento deste consumo, dada a sua ligação direta com a produção industrial e o poder aquisitivo da população que cresce com o mesmo.”*

Segundo CAMARGO (1984, p.2) *“... face a crescente dependência de um moderno país industrializado em relação a eletricidade, insumo básico nos diversos setores de produção, a energia elétrica necessariamente vai possuir implicações estratégicas, devendo ser controlada e ter sua política definida de forma coerente e uniforme pelos poderes públicos.”*

Com base no Relatório de Demonstrações Financeiras 2010 da empresa Eletrobrás, observa-se que a economia brasileira, impulsionada pela forte expansão do mercado interno, através de políticas de transferência de renda, aumento contínuo do salário mínimo, crescimento da massa salarial e do crédito, recuperou-se de forma vigorosa em 2010, com um crescimento de 7,49% aproximadamente, após uma queda de 0,6% do PIB, em 2009.

Quanto ao consumo de energia elétrica, a Eletrobrás, informou que houve, em 2010, o registro de uma elevação de 7,8%, ou seja, valor situado um pouco acima do crescimento do PIB (7,49%) no Brasil. Todas as classes apresentaram crescimento no consumo de energia elétrica, com destaque para a classe industrial, cuja taxa foi de 10,6%. As classes residencial e comercial cresceram 6,3% e 5,9%, respectivamente.

A estrutura do Sistema Elétrico de Potência compreende basicamente os sistemas de geração, transmissão e distribuição da energia aos consumidores finais, conforme mostra a figura 01.

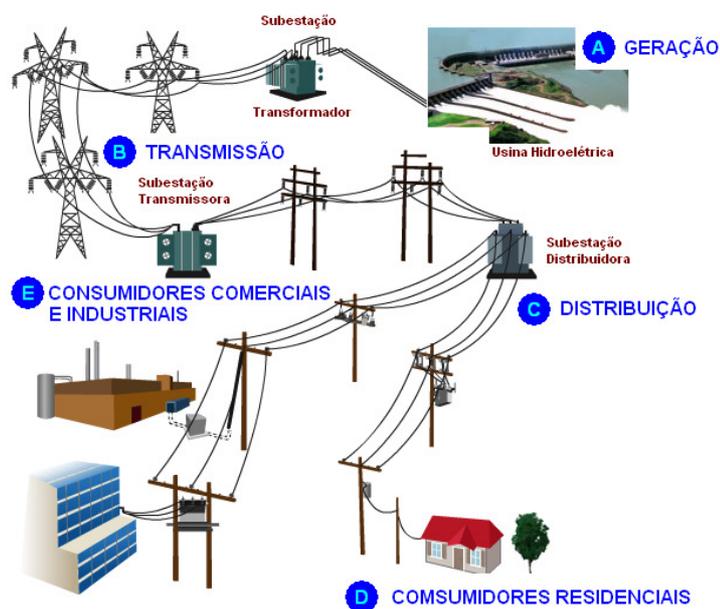


Figura 01: Estrutura Básica de um sistema elétrico de Potência na Brasil

Fonte: Imagem adquirida do site www.pantojaindustrial.com.br/exibir.php?id=41 , adaptado por Ezequiel

Para que ocorra pouca perda de potência na transmissão por longas distâncias, devido ao efeito *joule*, sua tensão é elevada na usina, por meio de um transformador de potência. Deste modo, a energia é transportada através de linhas de transmissão e ao chegar próximo aos grandes centros, é rebaixada e transmitida através dos postes onde sofre o rebaixamento final e segue para as residências.

Segundo CAMARGO (1984, p.2) “O objetivo final de um sistema de energia elétrica consiste em fornecer aos consumidores um produto (energia elétrica) de boa qualidade e economicamente acessível, procurando ao mesmo tempo minimizar possíveis impactos ecológicos.”

Entende-se como “produto de boa qualidade” o fornecimento contínuo de energia elétrica, primando pela confiabilidade do suprimento, de acordo com padrões previamente especificados.

Com o propósito de ampliar a confiabilidade, otimizar os recursos energéticos e homogeneizar o mercado, foi criado o Sistema Interligado Nacional, o qual segundo AQUINO (2010, p. 5), após a grande reestruturação ocorrida no setor elétrico brasileiro na década de noventa, tem passado por constantes reformulações nos procedimentos relacionados às suas atividades de expansão, operação e manutenção, no sentido de garantir o atendimento à demanda; a racionalização da oferta e da demanda de energia elétrica; a busca pela competitividade no setor elétrico; a capacidade de investimento com participação privada; o estabelecimento de regras estáveis; qualidade; o preço justo aos consumidores e o respeito ao meio-ambiente.

Atualmente, o SIN é constituído pelas empresas do sistema de produção e transmissão de energia elétrica pertencentes às regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte do Brasil, bem como possui a sua operação coordenada e controlada pela ONS.

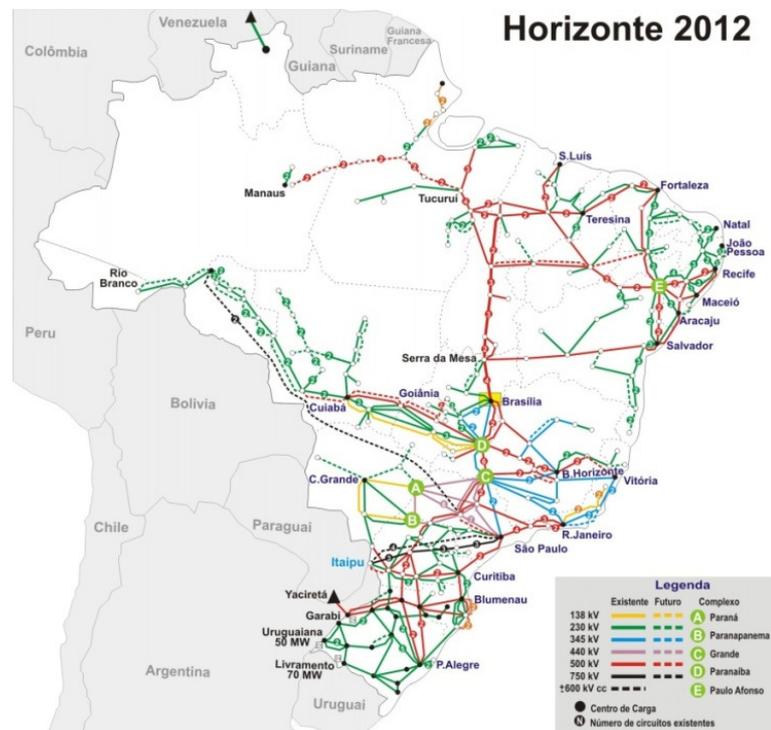


Figura 02: Mapa do Sistema de Transmissão Horizonte 2012

Fonte: ONS, 2010 (Disponível em: [HTTP://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx](http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx))

De acordo com a ONS, “Apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica.” (Vide figura 02)

2.2 PARCELA VARIÁVEL VERSUS IMPACTOS NO SISTEMA DE TRANSMISSÃO

Com a grande reestruturação do setor elétrico brasileiro, iniciado em 1995, a criação da ANEEL, órgão regulador e fiscalizador do sistema elétrico brasileiro; do ONS, entidade de direito privado sem fins lucrativos, responsável pela coordenação e pelo controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no SIN; o Sistema Interligado Nacional tem passado por constantes reformulações que, segundo AQUINO (2010, p.1), visam atender, dentre outros princípios básicos do projeto de reestruturação, a racionalização da oferta e da demanda de energia elétrica, a competitividade no setor elétrico, a modicidade tarifária e a qualidade de energia.

Em 26 de junho de 2007, a ANEEL, após realização da audiência pública nº 043/2005, em março de 2006, a fim de aprimorar e receber sugestões de diversos agentes do setor de energia elétrica, bem como da sociedade em geral, para o aperfeiçoamento deste ato regulamentar; emitiu a Resolução Normativa nº. 270, estabelecendo a regulamentação relativa à qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica, associada à disponibilidade das instalações que compõe o SIN e seus impactos na remuneração dos agentes.

Portanto, com o intuito de estimular a qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica, e a máxima disponibilidade dos equipamentos e instalações, a ANEEL instituiu a Parcela Variável onde a indisponibilidade dos ativos de transmissão é onerada por um desconto sobre a sua receita.

No atual modelo, as concessionárias de transmissão mantêm com o ONS o *Contrato de Prestação de Serviço da Transmissão*, por meio do qual autorizam tal órgão a representá-las junto aos usuários e se comprometem a cumprir os procedimentos operacionais determinados por esse operador.

De acordo com a ONS (2009, p.3) a PV, até Junho de 2008 era aplicado apenas às instalações licitadas, conforme constante em seus respectivos editais de licitação. Com a Resolução Normativa nº. 270 de 26.06.2007, a ANEEL regulamentou a aplicação desta metodologia a todos os ativos pertencentes às Redes Básica e de Fronteira

do SIN, incluindo também os ativos pertencentes às chamadas transmissoras “antigas”, sendo iniciada a aplicação das penalidades em eventos ocorridos a partir da zero hora (00:00) do dia 03.06.2008.

Segundo AQUINO (2010, p.26) a aplicação da PV traz um novo cenário para todo o setor elétrico com a intenção de incentivar a adoção de gestões na Expansão, Operação e Manutenção do sistema elétrico para maximizar a disponibilidade da Função Transmissão reduzindo os impactos indesejáveis na operação do mesmo, tais como a ocorrência de desligamentos simples ou de grandes proporções.

2.2.1 PRINCIPAIS DEFINIÇÕES

Dentre os termos e definições estabelecidas pela a Resolução Normativa nº. 270, torna-se necessário salientar os seguintes:

- a) Atraso na Entrada em Operação: *“atraso na data de entrada em operação comercial de uma nova Função Transmissão estabelecida no contrato de concessão ou em resolução da ANEEL, por motivo direta ou indiretamente imputável à concessionária de transmissão”* (Art. 2, Inciso IV);
- b) Desligamento Programado: *“indisponibilidade de uma Função Transmissão, programada antecipadamente em conformidade com o estabelecido nos Procedimentos de Rede”* (Art. 2, Inciso V);
- c) Função Transmissão – FT: *“conjunto de instalações funcionalmente dependentes, considerado de forma solidária para fins de apuração da prestação de serviços de transmissão, compreendendo o equipamento principal e os complementares, conforme estabelecido na Resolução Normativa nº 191, de 12 de dezembro de 2005”* (Art. 2, Inciso VII);

As FT previstas na regulamentação estão apresentadas na tabela 01

FT	EQUIPAMENTO PRINCIPAL	EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES (*)
LT LINHA DE TRANSMISSÃO	Circuito da Linha de Transmissão	Torre, isoladores, cabo de cobertura, equipamentos terminais da LT, Reatores em derivação a ele conectados não manobráveis sob tensão, e equipamentos de Compensação Série não manobráveis sob tensão
TR TRANSFORMAÇÃO	Transformador de potência, ou conversor de frequência.	Equipamentos de controle e manobra, comutação sob carga, e defasadores e acessórios a ele associados.
CR CONTROLE DE REATIVO	Equipamentos de controle de tensão (reator, banco de capacitores, compensador síncrono e estático e compensador série manobrável sob tensão).	Transformadores de potência e equipamentos de controle e manobra a eles associados
MG MÓDULO GERAL	Malha de aterramento, terreno, sistemas de telecomunicações, supervisão e controle, serviços auxiliares, transformados de aterramento e de potencial, etc...	Equipamentos de conexão e aqueles associados ao equipamento principal.

(*) Dispositivos limitadores de corrente de Curto-Circuito, transformadores de aterramento e barramentos, cujas indisponibilidades impeçam determinadas FT, deverão ser incluídos como equipamentos complementares destas.

Tabela 01: FT previstas na Resolução Normativa nº. 191, de 12/12/2005

Fonte: ONS (2009, p.4)

- d) Outros Desligamentos: *“qualquer indisponibilidade de uma FT não considerada como Desligamento Programado”* (Art. 2, Inciso XI);
- e) Padrão de Duração de Desligamento: *“duração máxima admissível de Desligamentos Programados ou de Outros Desligamentos de uma FT no período contínuo móvel de doze meses, até a qual não se aplica o desconto da Parcela Variável Por Indisponibilidade”* (Art. 2, Inciso XII);
- f) Pagamento Base – PB: *“parcela equivalente ao duodécimo da RAP associada à plena disponibilização das instalações de transmissão que **compõem** uma FT, nos termos da Resolução Normativa nº 191, de 2005”* (Art. 2, Inciso XIV).

2.2.2 TIPOS E CLASSIFICAÇÃO PARA A PARCELA VARIÁVEL

A determinação da PV está diretamente relacionada ao tipo de FT a ser analisada, bem como ao tipo desligamento (Programados ou Não Programados, descritos na Resolução Normativa nº. 270, como Outros Desligamentos) relacionado à

indisponibilidade. Segundo AQUINO os desligamentos programados geram um desconto menor na receita das transmissoras relativo à PV em relação aos outros desligamentos.

De acordo com o ONS existem 03 (três) tipos de PV. São elas: a Parcela Variável Por Indisponibilidade; a Parcela Variável Por Restrição Operativa Temporária; e a Parcela Variável por Atraso na Entrada em Operação de uma FT, onde de acordo com a Resolução 270/07, a PVI e a PVRO serão calculadas em função do PB da FT, relativo ao mês de início da ocorrência do evento.

Para as FT integrantes de concessão, foi definido um Padrão de Duração de Desligamento (em horas), conforme tabela 02.

Função Transmissão	Família de Equipamento	Padrão de Duração de Desligamento		Padrão de Frequência de Outros Desligamentos (desl./ano)	Fator Ko		Fator Kp		
		Programado (hora/ano)	Outros (hora/ano)		Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	
LT	≤ 5km(*)	26,0	0,5	1	100	150	6,67	10	
	>5km e ≤50Km(*)	26,0	1,4	1					
	>50km - 230kV	21,0	2,5	4					
	345kV	21,0	1,5	3					
	440kV	38,0	2,8	3					
	500kV	38,0	2,3	4					
	750kV	38,0	2,3	4					
Cabo Isolado(*)	54,0	22,0	-	50	50	2,5	2,5		
TR	≤345kV	21,0	2,0	1	100	150	6,67	10	
	>345kV	27,0	2,0	1					
CR	REA	≤345kV	58,0	2,0	1	100	150	6,67	10
		>345kV	26,0	2,0	1				
	CRE (*)	73,0	34,0	3	100	150	5,0	7,5	
	CSI (*)	666,0	17,0	3	50	50	2,5	2,5	
	BC (*)	46,0	3,0	3	50	100	2,5	5,0	
	CSE (*)	20,0	6,0	3	100	150	5,0	7,5	

(*) Qualquer nível de tensão de uso na Rede Básica.
Para Compensador Síncrono (CSI) Período de 666 horas em 2 anos.

Tabela 02: Padrão de Duração de Desligamento, Padrão de Frequência de Outros Desligamentos e Fatores Ko e Kp

Fonte: AQUINO (2010, p.19)

AQUINO (2010, p.38) evidencia que “*É importante ressaltar que a resolução normativa denomina Parcela Variável apenas para as Indisponibilidades e as Restrições Operativas Temporárias. As demais situações (atraso na entrada de novas FT, cancelamento de intervenções, utilização de equipamento reserva), a norma denomina: Desconto sobre o PB*”

Torna-se necessário salientar que os descontos das Parcelas Variáveis estão condicionados aos limites estabelecidos no Art. 12 da Resolução Normativa n°. 270, conforme descritos a seguir:

- a) A soma dos valores da PVI e da PVRO de cada FT, dentro do mês de apuração, estará limitada a 50% (cinquenta por cento) do valor do PB da FT, deslocando-se para o(s) mês (es) subsequente(s) o saldo que restar;
- b) A soma dos valores da PV considerando sempre o período contínuo de doze meses anteriores ao da apuração, incluindo este, estará limitada a 25% (vinte e cinco por cento) do somatório dos Pagamentos Base da FT no mesmo período;
- c) A soma dos valores da PVI e da PVRO imputado à concessionária de transmissão acessada, para o período contínuo de doze meses anteriores ao da apuração, incluindo este, estará limitada a 50% (cinquenta por cento) do somatório dos PB associados aos equipamentos de sua propriedade, integrantes da respectiva FT, neste mesmo período;
- d) Aos valores das PVI e das PVRO de todas as FT de uma concessão, no período de que trata o inciso II, estará limitado a 12,5% (doze e meio por cento) do valor da RAP da concessão, correspondente ao mesmo período.

Portanto, de acordo com a Resolução Normativa nº. 270, caso um dos limites dos descontos, definidos nos acima nas alíneas (b), (c) e (d), seja alcançado, a concessionária de transmissão estará sujeita à penalidade de multa, aplicada nos termos da Resolução Normativa nº 63, de 12 de maio de 2004, entre outras previstas na legislação e no contrato de concessão.

2.2.2.1 PARCELA VARIÁVEL POR INDIPONIBILIDADE

Segundo AQUINO (2010, p.39) “*A condição principal para aplicação da PVI ocorre quando a soma das durações dos desligamentos de uma FT, apuradas no período contínuo de doze meses anteriores da ocorrência, incluindo o mês da ocorrência, ultrapassar o correspondente Padrão de Duração de Desligamento.*”

A ANEEL define através do artigo 2, Inciso XV, da Resolução Normativa nº. 270 XV a PVI como a parcela a ser deduzida do Pagamento Base por Desligamentos Programados ou Outros Desligamentos decorrentes de eventos envolvendo o equipamento principal e/ou os complementares da FT, de responsabilidade da concessionária de

transmissão, consideradas as exceções e as condições definidas nesta Resolução, ou seja, a PVI a ser descontada do Pagamento base de uma FT é calculada pela seguinte equação:

$$PVI = \frac{PB}{24 \times 60 \times D} \times K_p \times \left(- \sum_{i=1}^{NP} DDP_i \right) + \frac{PB}{24 \times 60 \times D} \times \left(- \sum_{i=1}^{NO} K_{o_i} \times DOD_i \right)$$

- Onde:
- PB: Pagamento Base das Instalações de Transmissão (R\$/mês);
 - D: Número de dias de mês da ocorrência;
 - NP: Número de Desligamentos Programados da FT ocorridos ao longo do mês;
 - NO: Número de Outros Desligamentos da FT ocorridos ao longo do mês;
 - Kp: Fator multiplicador para Desligamento Programado = Ko/15;
 - Ko: Fator multiplicador para Outros Desligamentos com duração de até 300 minutos após o primeiro minuto;
 - DDP: Duração, em minutos, de cada Desligamento Programado que ocorra durante o mês relativo a uma FT;
 - DDO: Somatório da Duração, em minutos, de cada um dos Outros Desligamentos que ocorram durante o mês relativo a uma FT.

Importante salientar que o somatório de $i=1$ a NP ou NO refere-se ao somatório das durações do primeiro ao último desligamento programado ou outros desligamentos, bem como que não são considerados desligamentos com duração igual ou inferior a 1 (um) minuto. Já para desligamentos com duração acima de 1 (um) minuto serão contabilizados os minutos desligados, ou fração, ajustados pelo minuto imediatamente superior.

De acordo com o Art. 15 da Resolução 270, não serão consideradas, para efeito de desconto da PVI de uma FT, a ocorrência das seguintes situações de desligamento:

- a) Para implantação de Ampliação, Reforço e Melhorias, desde que conste do Programa Mensal de Intervenção definido nos Procedimentos de Rede, exceto àquelas definidas no inciso III do art. 3º da Resolução Normativa nº 158, de 2005, ou seja automação, reforma e modernização de subestações;

- b) Por motivo de segurança de terceiros, para realização de serviços ou obras de utilidade pública solicitado pelo ONS ou pela concessionária de transmissão; ou por conveniência operativa do sistema, através de solicitação do ONS;
- c) Por motivo de contingência em outra FT, da própria ou de outra concessionária de transmissão, ou em instalações não integrantes da Rede Básica, exceto nos casos de atuação indevida da proteção e/ou da operação da própria concessionária de transmissão;
- d) Por atuação de Esquemas Especiais de Proteção; ou por motivos sistêmicos, excetos os casos expostos na alínea anterior;
- e) Por suspensão em decorrência da necessidade de atendimento à segurança e integridade do sistema, através de orientação do ONS.
- f) Por ação indevida do ONS;
- g) Por falha na FT em decorrência de alteração no Programa Mensal de Intervenção, de responsabilidade do ONS, com base nos critérios definidos nos Procedimentos de Rede;
- h) Com duração inferior ou igual a 1 (um) minuto;
- i) Por falha interna ao equipamento principal da FT, desde que seja substituído por equipamento reserva durante um período de até 3 (três) horas iniciais de indisponibilidade de FT - Transformação e Controle de Reativo (Reator);

Torna-se necessário salientar que de acordo com o parágrafo 2º do referido artigo ressalta: *“O desligamento ocasionado por ação indevida do ONS será considerado uma Não- Conformidade do operador e motivo de ação fiscalizatória por parte da ANEEL.”*

2.2.2.2 PARCELA VARIÁVEL POR RESTRIÇÃO OPERATIVA TEMPORÁRIA

Para a PVRO, a ANEEL estabelece através do artigo 2, inciso XVI, da Resolução Normativa nº. 270 XV como a parcela a ser deduzida do Pagamento Base por

restrição operativa temporária existente na FT, de responsabilidade da concessionária de transmissão, que resulte na redução da(s) capacidade(s) operativa(s) da própria FT, ou seja, a PVRO a ser descontada do Pagamento base de uma FT é calculada pela seguinte equação:

$$PVRO = \left(\frac{PB}{24 \times 60 \times D} \times \%RCD \times DCD \right) + \left(\frac{PB}{24 \times 60 \times D} \times \%RLD \times DLD \right)$$

- Onde: PB: Pagamento Base das Instalações de Transmissão (R\$/mês);
 D: Número de dias de mês da ocorrência;
 DCD: Duração, em minutos, da restrição operativa de curta duração;
 DLD: Duração, em minutos, da restrição operativa de longa duração;
 %DDP: Redução proporcional da capacidade operativa de curta duração em relação ao valor contratado;
 %DDP: Redução proporcional da capacidade operativa de longa duração em relação ao valor contratado;

2.2.2.3 PARCELA VARIÁVEL POR ATRASO NA ENTRADA EM OPERAÇÃO

Conforme descrito anteriormente, a data de entrada em operação comercial de uma nova FT é um compromisso estabelecido no contrato de concessão ou em resolução da ANEEL, logo como ressalta AQUINO (2010, p.41) “ *O período de atraso representa um serviço não prestado relacionado a esta FT.*”

De acordo com a ONS, o período considerado como Atraso na Entrada em Operação de uma FT será iniciado a partir da zero hora do dia subsequente à data previamente estabelecida e será calculado e aplicado à concessionária de transmissão de acordo com os seguintes critérios:

- O período de atraso será apurado em base mensal, limitado em 90 (noventa) dias para efeito de desconto;
- Nos primeiros 30 (trinta) dias, o valor por dia de atraso corresponderá ao valor “pro rata-dia” do Pagamento Base da FT;

- No período entre o 31º (trigésimo primeiro) dia e o 90º (nonagésimo) dia, o valor por dia de atraso corresponderá a 25% do valor “pro rata-dia” do Pagamento Base da FT;
- O valor total do desconto será aplicado após o primeiro mês da entrada em operação da FT e rateado nos quatro meses subseqüentes.

2.2.3 PVI APLICADA A FUNÇÃO LINHA DE TRANSMISSÃO

A Parcela Variável por Indisponibilidade para a FT – Linha de Transmissão é calculada pela equação descrita no item 2.3.2.1, utilizando os valores existentes na tabela 04, para a família de equipamento da LT. Observa-se nessa tabela que para o 1º Ano é aplicado um Fator de penalização menor considerando que as transmissoras ainda estariam passando por adaptações na gestão dos ativos de transmissão após o início de vigência da norma.

De acordo com a ANEEL, quando uma FT – Linha de Transmissão contiver equipamentos pertencentes a mais de uma concessão de transmissão, os descontos resultantes da aplicação da PVI serão imputados às concessionárias de transmissão responsáveis pelos eventos associados a tais descontos, à exceção de FT cujos proprietários sejam uma empresa licitada e uma não licitada, quando o desconto proveniente da aplicação da PVI será imputado às duas Transmissoras, na mesma proporção de seus ativos na FT em questão.

A seguir serão expostos os critérios especiais descritos na Resolução Normativa nº. 270, relativas à FT – Linha de Transmissão, os quais estabelecem situações que beneficiam as transmissoras quanto à isenção parcial e total da PVI:

2.2.3.1 ISENÇÃO PARCIAL DE PVI DEFERIDO PELA ONS

- a) Indisponibilidade por Queda de estrutura: *“20 (vinte) horas por uma ou mais estruturas afetadas, objetivando a detecção do local da falha, isolamento e mobilização, além de mais 20 (vinte) horas para o reparo de cada estrutura afetada”* (Art. 18, § 2º, Inciso I);

- b) Indisponibilidade por Queda de cabo ao solo e reposição de cadeias de isoladores: *“8 (oito) horas por cabo e por estrutura, não sendo computado o eventual Período Noturno necessário à localização da falha”* (Art. 18, § 2º, Inciso II);
- c) Indisponibilidade por Falha permanente ocorrida na FT contendo trecho(s) em cabo diretamente enterrado: *“período de até 120 (cento e vinte) horas iniciais de indisponibilidade de uma FT - Linha de Transmissão - Cabo Isolado”* (Art. 15, Inciso X).

2.2.3.2 ISENÇÃO TOTAL DE PVI DEFERIDO PELA ONS

- a) Indisponibilidade decorrente do período necessário ao religamento manual de uma FT - Linha de Transmissão, nos termos das rotinas de recomposição do sistema constantes dos Procedimentos de Rede, com o dispositivo de religamento automático desativado ou não instalado devido a restrições sistêmicas ou por determinação do ONS. (Art. 15, Inciso XI).

Segundo AQUINO (2010, p.43) este critério especial está isento de PVI e não há necessidade da concessionária apresentar um relatório técnico ao ONS para solicitar tal pleito.

- b) Indisponibilidade por caso fortuito ou força maior ou de situações de sabotagem, terrorismo, calamidade pública, de emergência e por motivo de segurança de terceiros, que interfiram na prestação do serviço: *“Quando o desligamento de uma FT for qualificado pela concessionária de transmissão como decorrente de caso fortuito ou força maior ou de situações de sabotagem, terrorismo, calamidade pública, de emergência e por motivo de segurança de terceiros, que interfiram na prestação do serviço, ela poderá requerer ao ONS a desconsideração do período correspondente.”* (Art. 18);
- c) Indisponibilidade por Queimada em Área de Preservação Permanente ou em área onde desmatamento não foi autorizado por órgãos ambientais: *“Quando o desligamento de uma FT - Linha de Transmissão for causado por queimada em vegetação pertencente a Área de Preservação Permanente ou em área onde desmatamento não foi autorizado por órgãos ambientais, a concessionária de*

transmissão poderá requerer ao ONS a desconsideração do período respectivo.”
(Art. 19).

2.3 PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO

As ocorrências nas Linhas de Transmissão ocasionam a indisponibilidade da FT através de Desligamentos Não Programados, descritos na Resolução Normativa nº. 270, como Outros Desligamentos.

PEREIRA (2008, p.52) ressalta que a Disponibilidade (*Availability*) de um equipamento, definida por Endrenyi, 1978, é a duração do tempo, ao longo do prazo, no qual o equipamento permanecerá apto para realizar sua função requerida. Por sua vez, a indisponibilidade da FT depende da frequência e das durações das falhas dos ativos de transmissão as quais são classificadas em falhas permanentes, onde é necessária a intervenção da equipe de manutenção; e falhas transitórias, onde o ativo retorna à operação pela atuação de acionamento manual ou automático.

Dentre as diversas causas que provocam as falhas em LT, podemos citar: Queimadas; Vandalismo; Descargas Atmosféricas; Vegetação; Indeterminada; Poluição; Vibrações Eólicas; e Ponto Quente.

a) QUEIMADAS

Como ressalta ANTUNES (2006, p. 14) atualmente, com o uso elevado das queimadas na abertura de novas áreas para agricultura, o fogo tornou-se um grave problema ambiental para o país, pois as queimadas, aliadas aos incêndios começaram a provocar não só impacto no meio ambiente, como também o desligamento de linhas de transmissão de energia elétrica dentre outros impactos. Portanto, esses incêndios são comuns em regiões mais secas do país e mudanças climáticas tornaram quase todas as regiões do país sujeitas a este tipo de ocorrência.

O calor e a fuligem das queimadas ao atingir o sistema de transmissão, irão causar curto-circuito e, conseqüentemente, o imediato corte do fornecimento de energia elétrica.

Nos dias atuais, existem regulamentações rigorosas quanto às queimadas praticadas em solos agrícolas, como o Decreto Federal (nº 2.661 de 08/07/98 –

artigo 1º item III-a) que proíbe a queimada numa extensão de 15 metros além da faixa de passagem das linhas de transmissão e distribuição de energia, pois, próximas às Linhas de Transmissão de eletricidade, as queimadas acabam atingindo os cabos elétricos de alta tensão, desligando grandes regiões em seu entorno.

b) VANDALISMO

Em uma Linha de Transmissão Aérea, o principal alvo dos atos de vandalismos são os Isoladores.

Conforme citado anteriormente, LABEGALINI (1992, p.43), no Brasil os isoladores de vidros têm sido os preferidos pelas maiorias das concessionárias em virtude de seu custo ser mais acessível. Estes sofrem um tratamento térmico que os tornam mais resistentes e cria em seu interior um estado de tensão tal que, sob a ação de choques mecânicos mais fortes, estilhaça-os inteiramente, não admitindo trincas.

ADAMI (2008 p. 19) ressalta que os defeitos mais frequentemente encontrados em uma LT são isoladores quebrados (muitas vezes causados por vandalismo), trincados e cabos com alguns tentos rebentados.

Segundo YAMAMOTO (2008, p.34) a destruição completa da rigidez dielétrica pode ser causada por perfuração dielétrica ou por choque (impactos de pedras ou tiros de arma de fogo nas zonas de alto índice de vandalismo) e faz com que ocorra literalmente a explosão do isolador de vidro em fragmentos menores.

LABEGALINI (1992, p.44) também ressalta que os isoladores sintéticos compostos são menos afetados pelo vandalismo e que, no Brasil, apesar do preço ser muito elevado, as concessionárias com o intuito de aumentar a disponibilidade da linha de transmissão, já estão começando a introduzir este tipo de material em suas áreas mapeadas com vandalismo.

c) DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Segundo SILVA (p.1. 2007), o fenômeno descarga atmosférica constitui-se na principal fonte de desligamentos não programados de linhas de transmissão e de

redes de distribuição e estes desligamentos correspondem a um importante fator de comprometimento da disponibilidade de energia elétrica e de sua qualidade.

ROCHA (2009, p.2) ressalta com base em (VISACRO, 2005) que as longas extensões de linhas de transmissão determinam uma probabilidade significativa de incidência direta de descargas atmosféricas nestas, com possibilidade de desligamento em decorrência da solicitação dos isoladores pelas sobretensões associadas, bem como que o desligamento da linha de alta tensão devido a descargas pode decorrer de dois tipos de ocorrências: a incidência direta de descargas nos cabos energizados e a incidência nos cabos de blindagem ou torres.

d) VEGETAÇÃO

Com o intuito de manter a disponibilidade da FT – Linha de Transmissão, bem como de atender a legislação ambiental vigente, e obter renovação da Licença de Operação da LT, periodicamente, as empresas de transmissão têm que realizar o controle de vegetação nas faixas de servidão que são áreas sob as Linhas de Transmissão, as quais atendem as distâncias de segurança definidas na Norma NBR 5422 da ABNT, visando garantir o bom desempenho e a segurança de terceiros.

OLIVEIRA (1998, p.185) ressalta que as chamadas faixas de servidão apresentam cobertura vegetal, dimensões e contornos muito variados em função de características do terreno, da tensão transmitida e da técnica utilizada e dependendo da altura das torres, a vegetação pode variar do corte raso da vegetação até a sua completa “conservação”.

Segundo XAVIER (2007, p. 353), entre os problemas mais relevantes à manutenção da vegetação sob as linhas de transmissão de energia elétrica, estão as espécies de rápido crescimento, que exigem controle constante; o tombamento de árvores de grande porte sobre as linhas, principalmente devido à ação de ventos, e/ou pelo efeito de borda; e a presença de áreas com declividades muito acentuadas, com potencial erosivo elevado. A manutenção do fornecimento de energia elétrica sem risco de interrupção depende do manejo empregado sobre a vegetação nativa localizada sob as linhas de transmissão. O manejo sustentável deverá priorizar a maior diversidade biológica e a diminuição dos riscos de

interrupção do fornecimento de energia elétrica, sem que haja a fragilização do ambiente.

Torna-se necessário salientar que a supressão de vegetação somente pode ser executada nas faixas de servidão, mediante a emissão da Autorização de Supressão de Vegetação (ASV) pelo IBAMA, ou Órgão Ambiental Competente independente da área de supressão, da sua localização, tipologia e do estágio de regeneração.

De acordo com WOSNY (2005, p.4), *“A supressão de vegetação da mata nativa para a implantação e operação de empreendimentos somente sempre é feito mediante prévio levantamento quantitativo e qualitativo da vegetação passível de corte existente na área do empreendimento e enviado para análise e aprovação do órgão ambiental competente, o qual expede assim a Autorização de Supressão de Vegetação, também com condicionantes a serem cumpridas e prazo de validade determinado.”*

e) INDETERMINADA

AQUINO (2010, p. 42) ressalta *“De acordo com a ANEEL, as concessionárias de transmissão encontram muitas dificuldades para a localização de falhas em LT após a ocorrência de eventos não programados.”*

f) POLUIÇÃO

Em uma Linha de Transmissão Aérea, o principal foco de poluição são as Cadeias de Isoladores.

Segundo ADAMI (2008, p.65), a poluição de isoladores ocorre através da deposição de contaminantes quer sejam de origem industrial, marítima ou ambiental e esses depósitos com a presença da umidade, e tensão elétrica mais elevada propiciam o surgimento de descargas superficiais que podem evoluir para o fechamento de um arco de potência sobre a cadeia de isoladores e conseqüente interrupção no fornecimento de energia.

g) VIBRAÇÕES EÓLICAS

ADAMI (2008, p.61) ressalta que este fenômeno é causado por ventos

transversais brandos (em torno de 7,2 km/h), os quais incidem sobre os condutores que, quando submetidos a trações mecânicas superiores a 20% de suas cargas de ruptura, absorvem tais energias e as transmitem aos pontos de suspensão, provocando desgastes. Portanto, a evolução desses desgastes pode provocar a ruptura parcial dos condutores, por fadiga mecânica do material, caracterizando um defeito de difícil localização visual à distância.

h) PONTO QUENTE

Segundo ADAMI (2008, p.61), o aquecimento das conexões elétricas é um problema grave em um sistema de potência, face a sua característica evolutiva que pode conduzir a dilatações que eliminam por completo os contatos elétricos necessários ao transporte da energia elétrica, e este defeito geralmente é fruto da inadequação dos materiais utilizados nessas conexões ou do projeto de fixação do conector ou ainda dos torques utilizados em sua fixação.

2.4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Com avanço da tecnologia da Informação tornou-se possível armazenar, e analisar, em um ambiente computacional, as diversas informações associadas à distribuição geográfica das ocorrências, bem como representar tais informações através de mapas.

Nesse contexto, segundo CÂMARA (2004, p. 1-1) a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica é o Geoprocessamento. Esta utiliza como ferramentas computacionais que permitem a realização de análises complexas, integração dos dados de diversas fontes e criação dos bancos de dados georeferenciados, os Sistemas de Informação Geográfica.

Ainda de acordo com CÂMARA, as principais características de SIG são a:

- Inserção e integração, em uma única base de dados, das informações espaciais oriundas de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno;

- Disponibilização de mecanismos para a combinação das respectivas informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como consulta, recuperação, visualização e impressão do conteúdo da base de dados georeferenciado.

BAPTISTA (2009, p. 52) também relata que um SIG não é apenas software que permite fazer mapas de forma mais bonita, mas uma ferramenta de análise, que relaciona dados espaciais com não-espaciais, podendo computar novas informações e auxiliar no processo de tomada de decisão.

2.4.1 ARQUITETURA DE UM SIG

De acordo com CASANOVA (1997, p. 22), pode-se considerar, numa visão abrangente, que um SIG possui os seguintes componentes: interface com usuário; entrada e integração de dados; funções de processamento; visualização e plotagem; e armazenamento e recuperação de dados. A Figura 03 mostra um diagrama dos módulos com setas indicando o fluxo de dados no SIG.

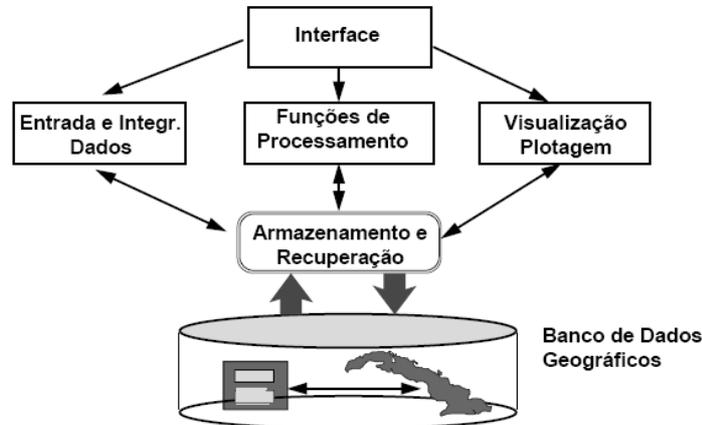


Figura 03: Arquitetura de um Sistema de Informação Geográfica

Fonte: CASANOVA, M. A.; CÂMARA, G.; MEDEIROS, C. B.; HEMERLY, A.; MAGALHÃES, G. (1997, p. 24)

Segundo CAMARA (2004, p. 3-3), cada um dos componentes deve se relacionar com os outros de forma hierárquica. A interface homem – máquina, nível mais próximo do usuário, tem a função de definir o controle e a operação do SIG. Já no nível intermediário, um SIG deve prover mecanismos de preparação de dados espaciais (Entrada e Integração dos dados; Processamento: consulta, e análise espacial;

Visualização e Plotagem: saída dos dados). Por último, no mais baixo nível, há um sistema de gerência de banco de dados geográficos que possibilita o armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos.

ROLF (2001, p. 33) ressalta que a estágio de preparação de dados geográficos e de entrada no SIG é a fase inicial em que os dados sobre o fenômeno estudado são coletados e preparados para serem inseridos no sistema. As funções de entrada de dados estão intimamente relacionados com a conversão de dados analógicos em representações digitais.

VASCONCELOS (1996, p. 13) destaca que, normalmente, os dados estão na forma de mapas, tabelas, fotos de satélites, bem como que as técnicas utilizadas nesta fase são: digitalização manual, scanning de fotos, utilização de procedimentos geométricos para cálculo e entrada das coordenadas dos objetos espaciais e tradução de arquivos digitais existentes.

ROLF (2001, p.151) descreve que hoje, os dados digitais em diversos meios de comunicação e de redes de computadores estão cada vez mais utilizados, e as técnicas adicionais utilizadas para a obtenção de dados espaciais são digitalização manual, digitalização automática, às vezes seguindo a linha semi-automática. A tabela 03 apresenta os métodos e dispositivos utilizados no processo de entrada de dados.

Método	Dispositivos
Digitalização manual	Entrada de coordenadas via teclado; Via mesa digitalizadora com cursor; Via cursor do mouse no monitor do computador; Fotogrametria
Digitalização automática	Scanner
Digitalização semi-automática	Vetorização
Entrada de dados digitais disponíveis	Fita magnética ou CD-ROM; Via rede de Computadores

Tabela 03: Métodos de entrada de dados espaciais no SIG e dispositivos utilizados

Fonte: ROLF (2001, p. 151)

CASANOVA (1997, pg. 23) ressalta que no Brasil, as principais fontes de dados são as bases do IBGE, do INPE e do Centro de Cartografia Automatizada do Exército, bem como cita (1997, pg. 37) que os dados utilizados em SIG pertencem a uma classe particular de dados espaciais conhecidos como dados georreferenciados ou dados geográficos os quais são, comumente, caracterizados a partir de três componentes fundamentais:

- *Características não-espaciais*, descrevendo o fenômeno sendo estudado, tais como o nome e o tipo da variável;
- *Características espaciais*, informando a localização espacial do fenômeno, ou seja, seu georreferenciamento, associada a propriedades geométricas e topológicas;
- *Características temporais*, identificando o tempo para o qual tais dados são considerados, isto é, quando foram coletados e sua validade.

Segundo VASCONCELOS (1996, p. 13) a integração dos dados é o maior gargalo na implementação de um SIG, pois trata-se de uma fase de pre-processamento que consiste na conversão dos dados já adquiridos para um formato aceito pelo sistema. Consiste também na conversão de formatos, generalização e redução de dados, detecção de erros, entre outros.

De acordo com ROLF (2001, p.154) na maioria dos sistemas de processamento disponíveis, os dados são organizados em camadas e armazenados de acordo com categorias temáticas, como uso do solo, topografia e subdivisões administrativas, ou de acordo com escalas de mapa, representando série de mapas de escala diferente.

VASCONCELOS (1996, p. 13) destaca que as funções de armazenamento e recuperação dos dados são necessárias para o gerenciamento da base de dados, de forma a torná-los disponíveis para o usuário, pois a forma como os dados estão estruturados e o modo como os arquivos podem estar relacionados irão definir a forma e a velocidade da recuperação.

A representação de dados espaciais é essencial para qualquer outro tratamento e compreensão dos dados. Segundo ROLF (2001, p.154), uma necessidade básica importante é uma representação do mundo real concebida de modo a refletir os fenômenos e suas relações o mais próximo possível ao que existe na realidade.

CASANOVA (1997, pg. 91) cita que o sistema de visualização deve se preocupar não apenas em mostrar resultados, mas também em oferecer ao usuário facilidades para manipular os elementos visualizados de forma a construir novas consultas. A apresentação de dados geográficos é um aspecto fundamental da interface de um SIG, devendo essa considerar ao menos 3 níveis de visualização:

- a) Visualização de metadados, em geral apresentados de forma tabular. Esta forma de visualização tem o intuito de facilitar a construção de consultas e permitir estabelecer correlações entre conjuntos de dados em um nível mais abstrato;

- b) Visualização dos componentes usados para construir consultas;
- c) Visualização do resultado propriamente dito, com resoluções múltiplas.

Por fim, CASANOVA (1997, pg. 23) destaca que os ambientes de visualização de um sistema são consequência do paradigma adotado para a interface e Quanto à produção cartográfica, alguns sistemas dispõem de recursos altamente sofisticados de apresentação gráfica, englobando a definição de uma área de plotagem, colocação de legendas, textos explicativos e notas de crédito.

A tabela 04 apresenta os diferentes métodos e dispositivos utilizados no processo de produção de dados espaciais.

Método	Dispositivos
Cópia Impressa	Impressora; Plotadora (Plotadora de Caneta; Impressora Jato de Tinta; Impressora de Transferência Térmica; Plotadora Eletrostática)
Cópia Eletrônica	Tela do Computador
Saída de conjuntos de dados digitais	Fita magnética; CD-ROM; Rede de Computadores

Tabela 04: Métodos de produção de dados espaciais no SIG e dispositivos utilizados

Fonte: ROLF (2001, p. 152)

Segundo VASCONCELOS (1996, P. 13) a saída dos dados varia em qualidade, precisão e facilidade de uso, podendo ser na forma de imagens, mapas, tabelas e/ou texto.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a natureza, o universo e os sujeitos da pesquisa, bem como os materiais empregados e métodos utilizados no desenvolvimento de uma aplicação SIG Web para análise das ocorrências em linhas de transmissão da Chesf como ferramenta gerencial da Divisão de Manutenção e Análise do Desempenho de Linhas de Transmissão (DODL) para tomada de decisão.

3.1 NATUREZA DA PESQUISA

Do ponto de vista da sua natureza, o presente trabalho diz respeito a uma pesquisa de natureza aplicada, pois de acordo com SILVA e MENEZES (2001, p. 20), “a Pesquisa Aplicada: objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.”, e segundo BARROS e LEHFELD (2000, p. 78), a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, com o objetivo de “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade”.

Esta pesquisa refere-se a um processo investigativo e de desenvolvimento de novos conhecimentos associados à compreensão dos já existentes, com vistas ao suprimento de uma necessidade da DODL em compreender a distribuição espacial dos fenômenos que geraram as ocorrências nas Linhas de Transmissão.

Assim, o trabalho realizado resultará na indicação de algumas formas de operacionalização dos conhecimentos e idéias decorrentes da pesquisa, e os resultados devem convergir para soluções que hipoteticamente possam resolver problemas específicos da divisão.

3.2 UNIVERSO DA PESQUISA

A área de abrangência deste trabalho foi o sistema de transmissão da Chesf. Constituída tradicionalmente por oito estados do Nordeste (Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí). Esta área foi escolhida por

possuir os ativos de transmissão da Chesf, ou seja as Linhas de Transmissão, universo de estudo desta pesquisa.



Figura 04: Mapa do Nordeste do Brasil com Linhas de Transmissão da Chesf

Fonte: Google Earth – 2010, adaptado por Ezequiel

A Chesf, é uma empresa de economia mista, criada pelo presidente Getúlio Vargas através do Decreto nº 8031 de 03/10/45, constituída na primeira assembléia de acionistas em 15/03/48, controlada pela ELETROBRÁS, e com a missão de produzir, transmitir e comercializar energia elétrica com qualidade, de forma rentável e sustentável.

Segundo dados extraídos da homepage DODL, a empresa, até maio de 2011 possui 18.723,00 km de Linhas de Transmissão, sendo 5.122,00 km com nível de tensão em 500kV; 12.792,00 km com 230kV; 384,00 km com 138kV e 425,00km com 69kV.



Figura 05: Evolução dos Ativos de Linhas de Transmissão da Chesf

Fonte: Homepage do Portal Corporativo da Chesf, Maio/2011, adaptado por Ezequiel

A fim de que se pudesse delimitar etapas e atingir os resultados concretos com o melhor aproveitamento possível, a pesquisa foi desenvolvida utilizando uma amostra, do tipo não-probabilística e intencional, constituída pelas Linhas de Transmissão do universo da pesquisa que sofreram desligamentos transitórios ou permanentes no ano de 2010.

Dessa forma, das 236 Linhas de Transmissão da população, a amostra contou com 58 Linhas de Transmissão e um total de 127 eventos.

3.3 SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos responsáveis por fornecerem os dados de pesquisa eram Operadores, pertencentes aos Centros de Operação Chesf; Inspectores de Linhas de Transmissão e Engenheiros Responsáveis pela Manutenção das Linhas de Transmissão da Chesf, ou seja, profissionais com nível de informação suficiente para identificar o tipo do evento; analisar as causas do desligamento e registrar no sistema de gestão de ativos o histórico dos eventos.

A identificação dos sujeitos da pesquisa foi realizada através de consultas aos registros de eventos realizados no Sistema Integrado de Gestão de Ativos da Chesf. Portanto, ficou caracterizado que os profissionais envolvidos, citados anteriormente, eram diretamente responsáveis pela Informação, Inspeção e Gestão da Manutenção dos ativos de Linhas de Transmissão da empresa.

3.4 MATERIAIS EMPREGADOS

Na concepção e desenvolvimento do aplicativo SIG Web, foi necessário o emprego de dados contendo informações referentes ao universo da pesquisa, bem como a utilização de operações e ferramentas existentes em programas computacionais que serão abordados a seguir.

3.4.1 BASE DE DADOS

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas 04 (quatro) bases de dados. A primeira, referente aos registros de Análise de Eventos em Linhas de Transmissão da

Chesf, principal fonte de informações utilizada nesta pesquisa, encontra-se armazenada no SIGA, onde para cada evento foram registradas as seguintes informações:

- a) *Equipe*: Equipe Chesf responsável pela Manutenção de Linhas de Transmissão (SBML; SLLR; SLMG; SLML; SNLF, SNMM, SOML; SPML; SSSL; SSMA e SSMF);
- b) *LT*: Linha de Transmissão Chesf;
- c) *Cod Oper*: Código Operacional da Linha de Transmissão da Chesf;
- d) *Tipo do Evento*: Seleciona qual tipo de Evento (Desligamento Transitório ou Desligamento Permanente);
- e) *Num Evento*: Código do Evento no SIGA;
- f) *Data Início*: Data de Início do Evento;
- g) *Data Final*: Data de Término do Evento;
- h) *Causa*: Seleciona a causa classificada (Queima de Mato; Acidental; Descarga Atmosférica; Queima Controlada Canavial; Queima de Cana; Falha de Construção; Vandalismo; Vegetação; Indeterminada; Incêndio de Canavial; Acessório de LT; Falha de fabricação; Poluição; Interferência de Terceiros; Vendaval; Vandalismo em Isoladores; Envelhecimento; Ponto Quente; Desgaste por Envelhecimento);
- i) *Espécie*: Seleciona a espécie de transmissão (Linha Chesf; Linha terceiros);
- j) *Indicado*: Indica se o evento foi validado pela DODL (True "T" ou False "F");
- k) *RASO*: Indica se o evento foi indicado para a RASO (Sim "S" ou Não "N");
- l) *Estado Evento*: Seleciona o estado do Evento (Disponível, Substituído);
- m) *SI*: Código do Sistema de Intervenção;
- n) *Num Estrutura*: Descreve o número da estrutura envolvida no evento;
- o) *Progressiva*: Indica valor em metros do vão localizado entre as estruturas "A" e "B", acumulando a distância em metros da subestação de origem da Linha de Transmissão à estrutura "A";
- p) *Tipo Sub Análise*: Detalha a hierarquia da análise do evento no SIGA;
- q) *Número Sub Análise*: Código da Sub-análise;
- r) *Estado Sub Análise*: Seleciona estado da Sub Análise (Disponível, Substituído);
- s) *Nome*: Descreve no mesmo campo a Linha de Transmissão Chesf com estrutura envolvida pelo evento;
- t) *Latitude*: Indica a latitude em Grau, Minutos e Segundos da estrutura envolvida no evento – Datum: WGS 84;

u) *Longitude*: Indica a longitude em Grau, Minutos e Segundos da estrutura envolvida no evento – Datum: WGS84;

v) *Altitude*: Indica a altitude em Metro com relação ao nível do mar da estrutura envolvida no evento.

A segunda base de dados contendo dados Espaciais das estruturas e Linhas de Transmissão da Chesf foi entregue pela DODL em formato shapefile e Datum WGS 84.

Por fim, a terceira referente à Região Nordeste, e quarta base de dados, referente aos Municípios do Nordeste, foram extraídas do arquivo Malha Municipal Digital do Brasil – Ano base 2007, na homepage do IBGE, em formato shapefile utilizando como referência geodésica o Sistema de Projeção Policônica, com latitude em 0° no Equador e longitude com origem em 54° W, elipsóide UGGI 67 e datum SAD69, através do diretório <ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/municipio_2007/Malha_Municipal_Digital_2007_2500/Disseminacao_2007/Proj_Policonica/SAD_69/ArcView_Shp/2007/E2500/Regiao/Nordeste/>.

“A Malha Municipal Digital do Brasil é um produto cartográfico do IBGE, elaborado pela Coordenação de Estruturas Territoriais, a partir do Arquivo Gráfico Municipal – AGM – composto pelas folhas topográficas na melhor escala disponível nas diversas regiões do país.

Esta versão retrata a situação vigente da Divisão Político-Administrativa – DPA do Brasil, através da representação vetorial das linhas definidoras das divisas estaduais e municipais, referente ao ano base 2007, contemplando: consolidação das alterações apontadas durante o planejamento e levantamento dos Censos 2007, operação que abrangeu o Censo Agropecuário 2006, a Contagem da População 2007 e o Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos - CNEFE, pesquisas aplicadas de forma integrada no ano de 2007...” (IBGE, 2008)

3.4.2 PROGRAMAS COMPUTACIONAIS

3.4.2.1 POSTGRESQL COM EXTENSÃO POSTGIS

O sistema gerenciador de banco de dados empregado nesta pesquisa foi PostgreSQL, na versão 8.3, com extensão espacial PostGIS, versão 1.5.2, disponíveis na internet, respectivamente, pelos sites <<http://www.postgresql.org.br/downloads>> e <<http://postgis.refractor.net/download/>>, de forma gratuita.

Torna-se necessário salientar que o PostgreSQL trata-se de um sistema gerenciador de banco de dados extremamente robusto e confiável, além de flexível e rico

em recursos. Já o PostGIS é uma extensão espacial. Sua construção é feita sobre o SGBDOR PostgreSQL, que permite o uso de objetos SIG ser armazenado em banco de dados. Ambos possuem seus códigos fonte abertos (open source), os quais possibilitam que programadores possam alterar suas funcionalidade.

3.4.2.2 SIB ICON EDITOR

O Sib Icon Editor, na versão 5.0, foi o editor de ícones escolhido para a criação e edição dos ícones utilizados na representação das causas dos eventos, por ser uma ferramenta profissional, gratuita, com uma interface intuitiva e fácil de usar.

Trata-se de um editor que trabalha com ferramentas para criar/modificar sombreamento, opacidade, suavidade, cor, rotação, etc.; permite criar um ícone a partir de qualquer arquivo de imagem existente e exporta, dentre outros formatos de imagens, o PNG, formato utilizado pelo Geoserver na elaboração da regra de visualização do estilo das camadas (Style of Layer). Esta ferramenta encontra-se disponível na internet no site <<http://www.sibcode.com/icon-editor/>>.

3.4.2.3 INTERNET EXPLORER

O Navegador de Internet ou Web browser (em inglês) utilizado nesta pesquisa foi o Internet Explorer da Microsoft, na versão 7.0, disponibilizado pela Chesf.

Trata-se de um navegador que tem a capacidade de ler vários tipos de arquivos, sendo nativo o processamento dos mais comuns (HTML, XML, JPEG, GIF, PNG, etc.), e os restantes possíveis através de plugins (Flash, Java, etc.).

3.4.2.4 GEOSERVER

O servidor utilizado nesta pesquisa foi Geoserver, na versão 2.0.2, disponível de forma gratuita na internet pelo site <<http://www.geoserver.org/display/GEOS/stable>>.

Torna-se necessário salientar que o Geoserver trata-se de um servidor de código aberto escrito em Java que utiliza padrões abertos definidos pela OGC e permite aos usuários compartilhar e editar dados geoespaciais.

3.4.2.5 GOOGLE EARTH

A plataforma de visualização usada foi o Google Earth, na versão 5.0, disponível de forma gratuita para ser usado em computadores pessoais no diversos sistemas operativos no site <<http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/download/ge/agree.html>>.

O Google Earth tem a capacidade de ler arquivos em formato KMZ, ou seja, no formato KML mais comprimido e com uma estrutura interna do ficheiro que permite a adição de elementos como texturas e modelos, exportados do Geoserver.

3.5 MÉTODOS UTILIZADOS

3.5.1 MODELAGEM DOS DADOS

Nesta etapa foi desenvolvido o projeto relacional com o intuito de representar todos os dados no Banco de Dados (BD) como uma coleção de tabelas onde para cada tabela foi definido um único nome e um conjunto de atributos com seus respectivos nomes e domínios, conforme apresenta a figura 06.

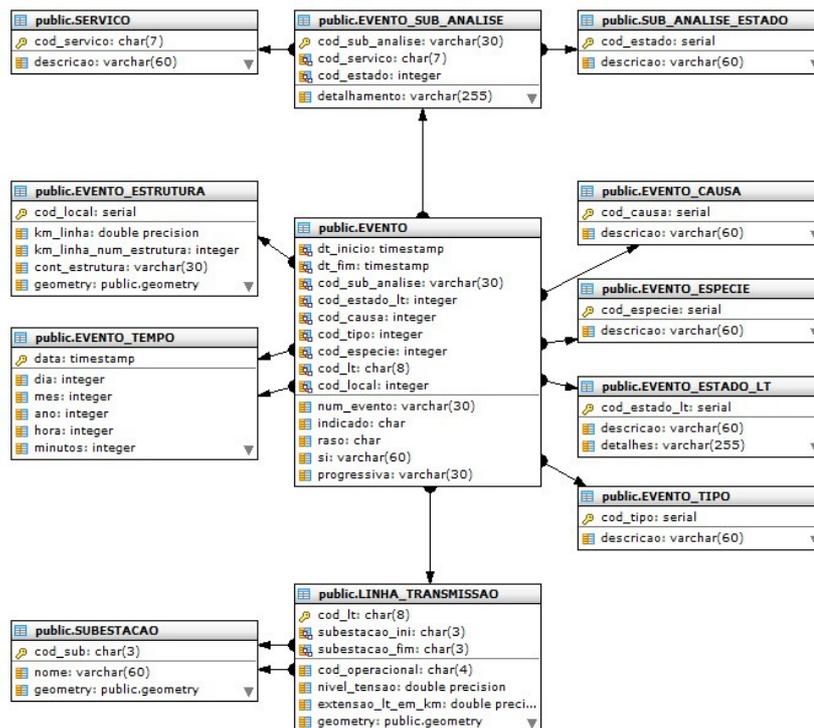


Figura 06: Projeto Relacional

3.5.2 DICIONÁRIO DE DADOS

A seguir, serão descritas as tabelas que compõe o projeto relacional, identificando seus atributos através do nome, tipo, tamanho, descrição e restrição (quando houver):

3.5.2.1 TABELA: EVENTO

A tabela EVENTO contém os seguintes atributos: *dt_inicio*; *dt_fim*; *num_evento*; *cod_sub_analise*; *cod_estado_lt*; *cod_causa*; *cod_tipo*; *cod_especie*; *cod_lt*; *cod_local*; *indicado*; *raso*; *si* e *progressiva*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
<i>dt_inicio</i>	timestamp	Not Null Default	4 (ano) + 2 (mês) + 2 (dia) + 2 (hora) + 2 (minuto) + 2 (segundo)	Data de Início do Evento
<i>dt_fim</i>	timestamp	Not Null Default	4 (ano) + 2 (mês) + 2 (dia) + 2 (hora) + 2 (minuto) + 2 (segundo)	Data de Término do Evento
<i>num_evento</i>	character varying	Not Null	30	Código do Evento - SIGA (Ex: SLLR2010/12)
<i>cod_sub_analise</i>	character varying	Not Null	30	Código da Sub-análise - SIGA (Ex: SLLR2011/23)
<i>cod_estado_lt</i>	integer	Not Null	1	Código do estado do Evento (Disponível "0", Substituído "1")
<i>cod_causa</i>	integer	Not Null	2	Código da causa classificada - SIGA (Queima de Mato "2"; Acidental "3"; Descarga Atmosférica "4"; Queima Controlada Canavial "5"; Queima de Cana "6"; Falha de Construção "7"; Vandalismo "8"; Vegetação "9"; Indeterminada "10"; Incêndio de Canavial "11"; Acessório de LT "12"; Falha de fabricação "13"; Poluição "14"; Interferência de Terceiros "15"; Vendaval "16"; Vandalismo em Isoladores "17"; Envelhecimento "18"; Ponto Quente "19"; Desgaste por Envelhecimento "20")
<i>cod_tipo</i>	integer	Not Null	1	Código do tipo de evento (Permanente "0" e Transitório "1")
<i>cod_especie</i>	integer	Not Null	1	Código da espécie de transmissão (Linha Chef "0"; Linha terceiros "1")
<i>cod_lt</i>	character	-	8	Código da Linha de Transmissão - SIGA (Ex: RCDGNNUI)
<i>cod_local</i>	integer	-	3	Código do Evento
<i>indicado</i> character(1),	character	-	1	Indica se o evento foi validado pela DODL (True "T" ou False "F")
<i>raso</i>	character	-	1	Indica se o evento foi indicado para a RASO - Reunião de Análise Semanal da Operação (Sim "S" ou Não "N")
<i>si</i>	character varying	-	60	Código do Sistema de Intevenção - SIGA
<i>progressiva</i>	integer	-	6	Valor em metros do vão localizado entre as estruturas "A" e "B", acumulando a distância em metros da subestação de origem da Linha de Transmissão à estrutura "A".

Tabela 05: Atributos da tabela EVENTO

Nesta tabela foram colocadas algumas restrições de integridade referencial, ou seja, Chave Estrangeira (Foreign key) nos seguintes atributos:

- a) *dt_inicio* é uma chave estrangeira referente ao atributo *data* da entidade EVENTO_TEMPO.

Comando SQL: “Foreign_key01” FOREIGN KEY (dt_inicio) REFERENCES “EVENTO_TEMPO” (data).

- b) *dt_fim* é uma chave estrangeira referente ao atributo *data* da entidade EVENTO_TEMPO.

Comando SQL: “Foreign_key02” FOREIGN KEY (dt_fim) REFERENCES “EVENTO_TEMPO” (data).

- c) *cod_sub_analise* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_sub_analise* da entidade EVENTO_SUB_ANALISE.

Comando SQL: “Foreign_key03” FOREIGN KEY (cod_sub_analise) REFERENCES “EVENTO_SUB_ANALISE” (cod_sub_analise).

- d) *cod_estado_lt* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_estado_lt* da entidade EVENTO_ESTADO_LT.

Comando SQL: “Foreign_key04” FOREIGN KEY (cod_estado_lt) REFERENCES “EVENTO_ESTADO_LT” (cod_estado_lt).

- e) *cod_causa* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_causa* da entidade EVENTO_CAUSA.

Comando SQL: “Foreign_key05” FOREIGN KEY (cod_causa) REFERENCES “EVENTO_CAUSA” (cod_causa).

- f) *cod_tipo* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_tipo* da entidade EVENTO_TIPO.

Comando SQL: “Foreign_key06” FOREIGN KEY (cod_tipo) REFERENCES “EVENTO_TIPO” (cod_tipo).

- g) *cod_especie* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_especie* da entidade EVENTO_ESPECIE.

Comando SQL: “Foreign_key07” FOREIGN KEY (cod_especie) REFERENCES “EVENTO_ESPECIE” (cod_especie).

- h) *cod_lt* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_lt* da entidade LINHA_TRANSMISSAO.

Comando SQL: “Foreign_key08” FOREIGN KEY (cod_lt) REFERENCES “LINHA_TRANSMISSAO” (cod_lt).

i) *cod_local* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_local* da entidade EVENTO_ESTRUTURA.

Comando SQL: “Foreign_key08” FOREIGN KEY (cod_local) REFERENCES “EVENTO_ESTRUTURA” (cod_local).

3.5.2.2 TABELA: EVENTO_CAUSA

A tabela EVENTO_CAUSA contém os seguintes atributos: *cod_causa* e *descricao*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
cod_causa	integer	Not Null Default	2	Código da causa classificada - SIGA (Queima de Mato "2"; Acidental "3"; Descarga Atmosférica "4"; Queima Controlada Canavial "5"; Queima de Cana "6"; Falha de Construção "7"; Vandalismo "8"; Vegetação "9"; Indeterminada "10"; Incêndio de Canavial "11"; Acessório de LT "12"; Falha de fabricação "13"; Poluição "14"; Interferência de Terceiros "15"; Vendaval "16"; Vandalismo em Isoladores "17"; Envelhecimento "18"; Ponto Quente "19"; Desgaste por Envelhecimento "20")
descricao	character varying	Not Null	60	Seleciona a causa classificada - SIGA (Queima de Mato; Acidental; Descarga Atmosférica; Queima Controlada Canavial; Queima de Cana; Falha de Construção; Vandalismo; Vegetação; Indeterminada; Incêndio de Canavial; Acessório de LT; Falha de fabricação; Poluição; Interferência de Terceiros; Vendaval; Vandalismo em Isoladores; Envelhecimento; Ponto Quente; Desgaste por Envelhecimento)

Tabela 06: Atributos da tabela EVENTO_CAUSA

Nesta tabela foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) no seguinte atributo:

a) *cod_causa* é uma chave primária da entidade EVENTO_CAUSA.

Comando SQL: “EVENTO_CAUSA_pkey” PRIMARY KEY (cod_causa).

3.5.2.3 TABELA: EVENTO_ESPECIE

A tabela EVENTO_ESPECIE contém os seguintes atributos: *cod_especie* e *descricao*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
cod_especie	integer	Not Null Default	1	Código da espécie de transmissão (Linha Chesf "0"; Linha terceiros "1")
descricao	character varying	Not Null	60	Seleciona a espécie de transmissão - SIGA (Linha Chesf; Linha terceiros)

Tabela 07: Atributos da tabela EVENTO_ESPECIE

Nesta tabela foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) no seguinte atributo:

- a) *cod_especie* é uma chave primária da entidade EVENTO_ESPECIE.

Comando SQL: “EVENTO_ESPECIE_pkey” PRIMARY KEY (cod_especie).

3.5.2.4 TABELA: EVENTO_ESTADO_LT

A tabela EVENTO_ESTADO_LT contém os seguintes atributos: *cod_estado_lt*; *descricao* e *detalhes*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
cod_estado_lt	integer	Not Null Default	1	Código do estado do Evento (Disponível "0", Substituído "1")
descricao	character varying	Not Null	60	Seleciona o estado do Evento - SIGA (Disponível, Substituído)
detalhes	character varying	-	255	Campo utilizado para descrever um breve relato do comportamento da LT, bem como um histórico do evento.

Tabela 08: Atributos da tabela EVENTO_ESTADO_LT

Nesta tabela foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) no seguinte atributo:

- a) *cod_estado_lt* é uma chave primária da entidade EVENTO_ESTADO_LT.

Comando SQL: “EVENTO_ESTADO_LT_pkey” PRIMARY KEY

(cod_estado_lt).

3.5.2.5 TABELA: EVENTO ESTRUTURA

A tabela EVENTO ESTRUTURA contém os seguintes atributos: *km_linha*; *km_linha_num_estrutura*; *cod_local*; *cont_estrutura* e *geometry*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
km_linha	double precision	-	30	Descreve o quilômetro da linha de transmissão a partir subestação de origem
km_linha_num_estrutura	integer	-	3	Descreve o número da estrutura envolvida no evento (Ex: Estrutura 46/2 - descreve o nº. 46)
cod_local	integer	Not Null Default	3	Código do Evento
cont_estrutura	character varying	-	30	Descreve o número da estrutura, existente no quilômetro de linha, envolvida no evento (Ex: Estrutura 46/2 - descreve o nº. 2)
geometry	geometry	-	-	Dados de Latitude e Longitude (SRID: 4326 e Geometria: Point)

Tabela 09: Atributos da tabela EVENTO_ESTRUTURA

Nesta tabela foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) no seguinte atributo:

- a) *cod_local* é uma chave primária da entidade EVENTO_LOCAL.

Comando SQL: “EVENTO_LOCAL_pkey” PRIMARY KEY (cod_local).

3.5.2.6 TABELA: EVENTO_SUB_ANALISE

A tabela EVENTO_SUB_ANALISE contém os seguintes atributos: *cod_sub_analise*; *cod_servico*; *cod_estado* e *detalhamento*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
cod_sub_analise	character varying	Not Null	30	Código da Sub-análise - SIGA (Ex: SLLR2011/23)
cod_servico	character	Not Null	7	Sigla do Serviço Regional (Ex: SLLR)
cod_estado	integer	Not Null	1	Código do estado da Sub Análise (Disponível "0", Substituído "1")
detalhamento	character varying	-	255	Detalha a hierarquia da análise do evento no SIGA

Tabela 10: Atributos da tabela EVENTO_SUB_ANALISE

Nesta tabela foram colocadas algumas restrições de integridade referencial, ou seja, Chave Estrangeira (Foreign key) em alguns atributos, bem como foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) conforme descrição a seguir:

- a) *cod_estado* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_estado* da entidade SUB_ANALISE_ESTADO.

Comando SQL: “Foreign_key01” FOREIGN KEY (cod_estado) REFERENCES “SUB_ANALISE_ESTADO” (cod_estado).

- b) *cod_serviço* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_serviço* da entidade SERVICIO.

Comando SQL: “Foreign_key02” FOREIGN KEY (cod_serviço) REFERENCES “SERVICIO” (cod_serviço).

- c) *cod_sub_analise* é uma chave primária da entidade SUB_ANALISE.

Comando SQL: “SUB_ANALISE_pkey” PRIMARY KEY (cod_sub_analise).

3.5.2.7 TABELA: EVENTO_TEMPO

A tabela EVENTO_TEMPO contém os seguintes atributos: *data*; *mes*; *ano*; *hora* e *minutos*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
data	integer	Not Null	2	Dia de Início do Evento ou Dia do Fim do Evento
mes	integer	Not Null	2	Mês de Início do Evento ou Mês do Fim do Evento
ano	integer	Not Null	4	Ano de Início do Evento ou Ano do Fim do Evento
hora	integer	Not Null	2	Hora de Início do Evento ou Hora do Fim do Evento
minutos	integer	Not Null	2	Minutos de Início do Evento ou Minutos do Fim do Evento

Tabela 11: Atributos da tabela EVENTO_TEMPO

Nesta tabela foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) no seguinte atributo:

- a) *data* é uma chave primária da entidade EVENTO_TEMPO.

Comando SQL: “EVENTO_TEMPO_pkey” PRIMARY KEY (data).

3.5.2.8 TABELA: EVENTO_TIPO

A tabela EVENTO_TIPO contém os seguintes atributos: *cod_tipo* e *descricao*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
cod_tipo	integer	Not Null Default	1	Código do tipo de evento (Permanente "0" e Transitório "1")
descricao	character varying	Not Null	60	Seleciona o tipo do evento - SIGA (Permanente, Transitório)

Tabela 12: Atributos da tabela EVENTO_TIPO

Nesta tabela foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) no seguinte atributo:

- a) *cod_tipo* é uma chave primária da entidade EVENTO_TIPO.

Comando SQL: “EVENTO_TIPO_pkey” PRIMARY KEY (cod_tipo).

3.5.2.9 TABELA: LINHA_TRANSMISSAO

A tabela LINHA_TRANSMISSAO contém os seguintes atributos: *cod_lt*; *cod_operacional*; *subestacao_ini*; *subestacao_fim*; *nivel_tensao*; *extensao_lt_em_km* e *geometry*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
cod_lt	character	Not Null	8	Código da Linha de Transmissão -SIGA (Ex: RCDGNNU1)
cod_operacional	character	Not Null	4	Código Operacional da Linha de Transmissão
subestacao_ini	character	Not Null	3	Descreve o código da subestação de origem (Ex: RCD)
subestacao_fim	character	Not Null	3	Descreve o código da subestação de destino (Ex: GNN)
nivel_tensao	double precision	-	-	Nível de Tensão da LT (Ex: 230 kV)
extensao_lt_em_km	double precision	-	-	Extensão da LT
geometry	geometry	-	-	Dados de Latitude e Longitude (SRID: 4326 e Geometria: Linestring)

Tabela 13: Atributos da tabela LINHA_TRANSMISSAO

Nesta tabela foram colocadas algumas restrições de integridade referencial, ou seja, Chave Estrangeira (Foreign key) em alguns atributos, bem como foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) conforme descrição a seguir:

- a) *subestacao_fim* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_sub* da entidade SUBESTACAO.

Comando SQL: “Subestacao_FIM” FOREIGN KEY (*subestacao_fim*) REFERENCES “SUBESTACAO” (*cod_sub*).

- b) *subestacao_ini* é uma chave estrangeira referente ao atributo *cod_sub* da entidade SUBESTACAO.

Comando SQL: “Subestacao_INI” FOREIGN KEY (*subestacao_ini*) REFERENCES “SUBESTACAO” (*cod_sub*).

- c) *cod_lt* é uma chave primária da entidade LINHA_TRANSMISSAO.

Comando SQL: “LINHA_TRANSMISSAO_pkey” PRIMARY KEY (*cod_lt*).

3.5.2.10 TABELA: SERVICIO

A tabela SERVICIO contém os seguintes atributos: *cod_servico* e *descricao*.

	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
<i>cod_servico</i>	character	Not Null	7	Sigla do Serviço Regional (Ex: SLLR)
<i>descricao</i>	character varying	-	60	Campo utilizado para descrever um breve relato do Serviço Regional de Manutenção de linhas

Tabela 14: Atributos da tabela SERVICIO

Nesta tabela foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) no seguinte atributo:

- a) *cod_servico* é uma chave primária da entidade SERVICIO.

Comando SQL: “SERVICIO_pkey” PRIMARY KEY (*cod_servico*).

3.5.2.11 TABELA: SUBESTACAO

A tabela SUBESTACAO contém os seguintes atributos: *cod_sub*; *nome* e *geometry*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
<i>cod_sub</i>	character	Not Null	3	Código da Subestação de Origem (Ex: RCD) ou Código da Subestação de Destino (Ex: GNN)
<i>nome</i>	character varying	-	60	Nome da Subestação de Origem (Ex: Subestação de Recife II) ou Nome da Subestação de Destino (Ex: Subestação de Goianinha)
<i>geometry</i>	geometry	-	-	Dados de Latitude e Longitude (SRID: 4326 e Geometria: Point)

Tabela 15: Atributos da tabela SUBESTACAO

Nesta tabela foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) no seguinte atributo:

- a) *cod_sub* é uma chave primária da entidade SUBESTACAO.

Comando SQL: “SUBESTACAO_pkey” PRIMARY KEY (cod_sub).

3.5.2.12 TABELA: SUB_ANALISE_ESTADO

A tabela SUB_ANALISE_ESTADO contém os seguintes atributos: *cod_estado* e *descricao*.

<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>Obs.</i>	<i>Tamanho</i> (Nº. de dígitos)	<i>Descrição</i>
cod_estado	integer	Not Null Default	1	Código do estado do Evento (Disponível "0", Substituído "1")
descricao	character varying	Not Null	60	Seleciona o estado do Evento - SIGA (Disponível, Substituído)

Tabela 16: Atributos da tabela SUB_ANALISE_ESTADO

Nesta tabela foi colocada uma restrição de integridade de chave, ou seja, Chave Primária (Primary key) no seguinte atributo:

- a) *cod_estado* é uma chave primária da entidade SUB_ANALISE_ESTADO.

Comando SQL: “SUB_ANALISE_ESTADO_pkey” PRIMARY KEY (cod_estado).

3.6 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada em (03) três etapas distintas, conforme a seguinte descrição:

- 1ª Etapa: Emissão do Relatório Painel de Análise de Eventos LT, do SIGA, para o período de 2010, em formato “xls”;
- 2ª Etapa: Aquisição de arquivos da DODL, em formato “shp”, contendo dados espaciais das estruturas e Linhas de Transmissão da Chesf;

- 3ª Etapa: Aquisição de arquivos do IBGE , em formato “shp”, contendo dados espaciais da região nordeste e respectivos municípios.

3.7 TRATAMENTO DOS DADOS ESPACIAIS

Para avaliar a associação entre causas que provocaram as interrupções no fornecimento de energia da Chesf e a localização do evento nas Linhas de Transmissão, com o estado e município afetado é preciso lidar com bases de dados diferentes.

Dentro deste contexto, a atividade inicial do estudo consistiu em analisar, processar e validar todas as informações coletadas sobre os eventos ocorridos no sistema de transmissão de energia da Chesf no ano de 2010, bem como estudar uma forma de converter os arquivos adquiridos em formato “.shp” para o formato “.sql”.

3.7.1 CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS ESPACIAL – BDE

Nesta etapa foi criado um banco de dados espaciais no PostgreSQL com o nome “Chesf” e incluído as tabelas EVENTO_ESTRUTURA, LINHA_TRANSMISSÃO, SUBESTACAO; e não espaciais: EVENTO, EVENTO_CAUSA, EVENTO_ESPECIE, EVENTO_ESTADO_LT, EVENTO_SUB_ANALISE, EVENTO_TEMPO, EVENTO_TIPO, SERVICIO e SUB_ANALISE_ESTADO, com seus respectivos atributos e restrições, obtidas através do projeto relacional descrito, anteriormente, no item 3.5.1 desta pesquisa, conforme apresentado na figura 07.

Para a operacionalização do banco de dados, foi necessário a instalação do pgAdmin III, versão 1.12.3, ferramenta responsável pelo gerenciamento do banco de dados do PostgreSQL, que encontra-se disponível, de forma gratuita, no site <<http://www.pgadmin.org>>.

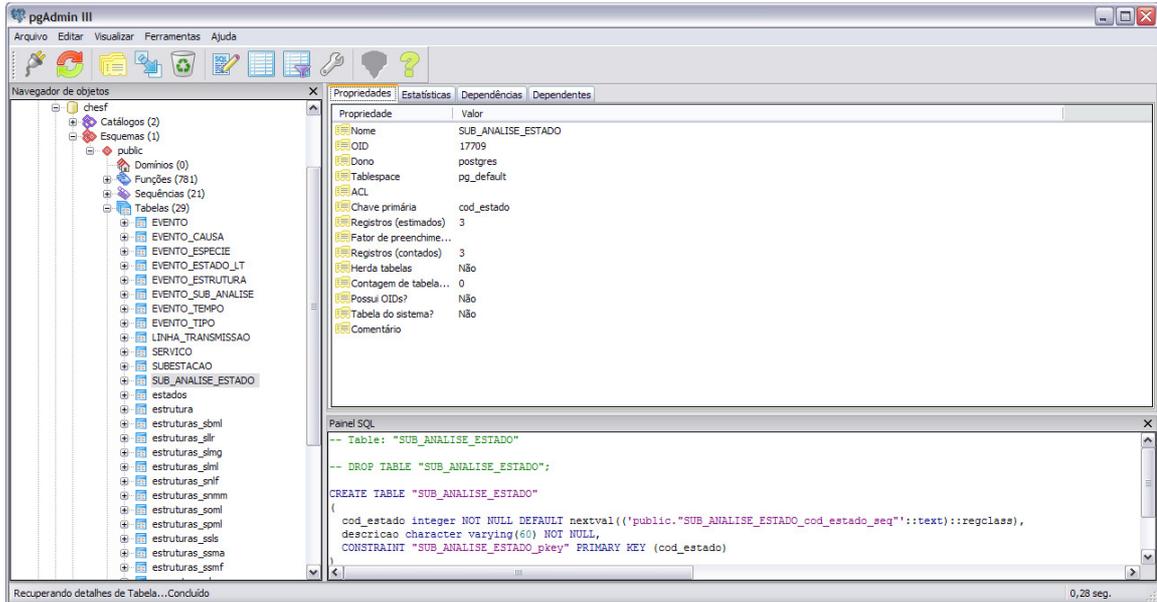


Figura 07: Banco de dados espaciais criado no PostgreSQL, através do pgAdmin III, com o nome “Chesf” e suas respectivas tabelas

3.7.2 CONVERSÃO DOS DADOS ESPACIAIS

Os dados espaciais da região nordeste e respectivos municípios adquiridos do IBGE, bem como das estruturas e Linhas de Transmissão adquiridos da Chesf encontravam-se em formato “shp” e, portanto, não era possível realizar a importação de tais informações diretamente para o banco de dados a ser utilizado.

A conversão do formato “shp” para o formato ‘sql’ foi executada no prompt do comando Windows através da função shp2pgsql. Segundo BRESSAN (2010, p.57), “Essa função converte arquivos SHP dentro do SQL de maneira correta para inserção em um banco de dados PostgreSQL com extensão espacial PostGis.”

Portanto, nessa pesquisa, foram utilizados os seguintes comandos para conversão:

a) Linhas de Transmissão

```
c:\Arquivo de programas\PostgreSQL\8.3\bin>shp2pgsql -i -s 4326 "d:\shapes\
LINHAS_CHESF_NEW.shp" linhas > "d:\shapes\linhas.sql"
```

b) Região Nordeste

```
c:\Arquivo de programas\PostgreSQL\8.3\bin>shp2pgsql -i -s 29101 "d:\
shapes\estados.shp" estados > "d:\shapes\estados.sql"
```

c) Municípios

c:\Arquivo de programas\PostgreSQL\8.3\bin>shp2pgsql -i -s 29101 "d:\shapes\municipios.shp" municipios > "d:\shapes\municipios.sql"

Na tabela 17 será detalhado cada parâmetro digitado no Prompt do Comando:

<i>Parâmetro</i>	<i>Descrição/ Funcionalidade</i>
shp2pgsql	Função que converte arquivos em formato "shp" para "sql"
-i	Conserva os identificadores de caso (coluna e atributos)
-s	Cria e insere tabelas de geometria como SRID especificado
4326	Carrega os identificadores numéricos e descrições textuais do Sistema de coordenadas utilizadas no banco de dados (WGS84)
29101	Carrega os identificadores numéricos e descrições textuais do Sistema de coordenadas utilizadas no banco de dados (SAD69)
"d:\shapes\ LINHAS_CHESF_NEW.shp"	Nome do caminho incluindo o arquivo "shp" no qual estão armazenados os dados de linhas de transmissão Chesf em questão
"d:\ shapes\estados.shp"	Nome do caminho incluindo o arquivo "shp" no qual estão armazenados os dados dos estados em questão
"d:\ shapes\municipios.shp"	Nome do caminho incluindo o arquivo "shp" no qual estão armazenados os dados dos municípios em questão
linhas; estados; municipio	Nomes das tabelas criadas
"d:\shapes\linhas.sql"	Caminho e nome do arquivo em formato "sql" a ser criado
"d:\shapes\estados.sql"	Caminho e nome do arquivo em formato "sql" a ser criado
"d:\shapes\municipios.sql"	Caminho e nome do arquivo em formato "sql" a ser criado

Tabela 17: Parâmetros x Funcionalidade no Prompt do Comando do Windows

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS

Conforme relato anterior, inúmeros são os problemas que as empresas do setor elétrico enfrentam em suas linhas de transmissão de alta tensão que trazem riscos à continuidade do fornecimento de energia. Logo, promover o monitoramento de pontos prováveis para o acontecimento de falhas transitórias e permanentes que comprometam a transmissão de energia elétrica é algo essencial que servirá de subsídios na priorização de recursos de investimentos em benfeitorias e campanhas educativas; e conseqüentemente no aumento da confiabilidade e disponibilidades dos ativos de Transmissão da Chesf e redução de custos com a Parcela Variável.

O presente trabalho resultou na criação de uma ferramenta gerencial que proporciona a percepção visual rápida de uma distribuição espacial dos principais tipos de ocorrências na linhas de transmissão da Chesf a partir da visualização de arquivos em formato KMZ, versão compactada de um arquivo KML, na Plataforma de Visualização do Google Earth.

Portanto, para desenvolver esta aplicação SIG Web, após as etapas de coleta, modelagem e criação do banco de dados, foi necessária a execução de serviços preliminares, como a criação de consultas em linguagem SQL e a edição de ícones; bem como as fases de transformação da consulta em visões espaciais; criação de camadas no Geoserver a partir de uma visão; criação de estilos para cada camada colocando as regras de visualização; publicação e visualização das camadas.

4.1 CRIAÇÃO CONSULTAS SQL

A partir da integração entre os registros disponibilizados pela Chesf e as informações coletadas do IBGE, com o auxílio de ferramentas de Geoprocessamento, foi possível realizar consultas, em linguagem SQL, no banco de dados espacial do PostgreSQL, a fim de atender a necessidade da DODL e representar os tipos de ocorrências existentes nas Linhas de Transmissão. Seguem abaixo alguns exemplos:

- a) Consultas de todos os eventos, em ordem ascendente, que aconteceram em 2010 (Total de 127 registros):

```
SELECT ev.*, es.*
FROM "EVENTO" ev JOIN "EVENTO_TEMPO" ET ON ev.dt_inicio =
et.data, "EVENTO ESTRUTURA" es
```

WHERE t.ano = 2010 AND ev.cod_local = es.cod_local
ORDER BY ev.dt_inicio ASC;

Query - chef em postgres@localhost:5433 *

```
SELECT ev.*, es.*
FROM "EVENTO" ev JOIN "EVENTO_TEMPO" et ON ev.dt_inicio = et.data, "EVENTO_ESTRUTURA" es
WHERE et.ano = 2010 AND ev.cod_local = es.cod_local
ORDER BY ev.dt_inicio ASC;
```

	dt_inicio timestamp w	dt_fim timestamp w	num_evento	cod_sub_ana character vai	cod_estado character vai	cod_causa integer	cod_tipo integer	cod_especie integer	cod_lt character(8)	cod_local integer	indicado character(1)	raso character(1)	si character vai	progressiva character vai	km_linha double preci
1	2010-01-06 13:13	2010-01-06 20:20	SLMG-LT2010/7	SLMG-LT2010/1	2	8	3	2	CGSDTDT1	43	T	N	sem valor	65968	
2	2010-01-06 15:15	2010-01-06 20:20	SLMG-LT2010/7	SLMG-LT2010/5	2	8	3	2	CGSDTDT1	42	T	N	sem valor	65923	
3	2010-01-06 15:15	2010-01-06 20:20	SLMG-LT2010/7	SLMG-LT2010/1	2	8	3	2	CGSDTDT1	44	T	N	sem valor	66783	
4	2010-01-06 19:19	2010-01-06 19:19	SLR2010/5	SLR2011/15	2	6	2	2	MRRGNNU1	10	T	S	sem valor	47590	48
5	2010-01-06 19:19	2010-01-06 19:19	SLR2010/5	SLR2011/16	2	6	2	2	MRRGNNU1	11	T	S	sem valor	48325	49
6	2010-01-06 19:19	2010-01-06 19:19	SLR2010/4	SLR2011/17	2	5	2	2	RCGNNU2	8	T	S	sem valor	68857	69
7	2010-01-06 19:19	2010-01-06 19:19	SLR2010/4	SLR2011/18	2	5	2	2	RCGNNU2	9	T	S	sem valor	69182	70
8	2010-01-10 12:12	2010-01-10 12:12	SLR2010/7	SLR2011/20	2	5	2	2	AGLRCDU2	13	T	S	sem valor	132406	354
9	2010-01-10 12:12	2010-01-10 12:12	SLR2010/7	SLR2011/19	2	5	2	2	AGLRCDU2	12	T	S	sem valor	131976	353
10	2010-01-10 19:19	2010-01-10 19:19	SLML-LT2010/3	SLML-LT2010/3	2	11	2	2	AGLMSIU2	62	T	S	sem valor	36200	37
11	2010-01-10 19:19	2010-01-10 19:19	SLML-LT2010/2	SLML-LT2010/3	2	11	2	2	AGLMSIU1	62	T	S	sem valor	36200	37
12	2010-01-15 17:17	2010-01-15 17:17	SSLS2010/6	SSLS2010/2	2	6	2	2	CTUGVMU1	126	T	N	sem valor	36530.0	
13	2010-01-15 17:17	2010-01-15 17:17	SSLS2010/5	SSLS2010/24	2	6	2	2	CTUGVMU1	126	T	N	sem valor	36530.0	

Figura 08: Consultas de todos os Eventos Chesf que ocorreram em 2010

- b) Consultas de todos os eventos, existente no banco de dados, por tipo de causa, para o ano de 2010 (Exemplo: Falha por Descarga Atmosférica – Código N°. 04 na entidade EVENTO_CAUSA – Total de 35 registros)

SELECT ev.*, es.*
FROM "EVENTO" ev JOIN "EVENTO_TEMPO" et ON ev.dt_inicio = et.data, "EVENTO_ESTRUTURA" es
WHERE cod_causa = 4 AND t.ano = 2010 AND ev.cod_local = es.cod_local
ORDER BY ev.dt_inicio ASC;

Query - chef em postgres@localhost:5433 *

```
SELECT ev.*, es.*
FROM "EVENTO" ev JOIN "EVENTO_TEMPO" et ON ev.dt_inicio = et.data, "EVENTO_ESTRUTURA" es
WHERE cod_causa = 4 AND t.ano = 2010 AND ev.cod_local = es.cod_local
ORDER BY ev.dt_inicio ASC;
```

	dt_inicio timestamp w	dt_fim timestamp w	num_evento	cod_sub_ana character vai	cod_estado character vai	cod_causa integer	cod_tipo integer	cod_especie integer	cod_lt character(8)	cod_local integer	indicado character(1)	raso character(1)	si character vai	progressiva character vai	km_linha double preci
1	2010-01-17 16:16	2010-01-18 16:16	SLMG-LT2010/5	SLMG-LT2011/1	2	4	2	2	SMDACDT1	39	T	N	sem valor	43225	43
2	2010-01-17 20:20	2010-01-17 20:20	SLMG-LT2010/4	SLMG-LT2010/1	2	4	2	2	CGSDTDT1	34	T	N	sem valor	57503	
3	2010-01-17 20:20	2010-01-17 20:20	SLMG-LT2010/4	SLMG-LT2010/1	2	4	2	2	CGSDTDT1	35	T	N	sem valor	58998	
4	2010-01-17 20:20	2010-01-17 20:20	SLMG-LT2010/5	SLMG-LT2010/1	2	4	2	2	CGSDTDT1	36	T	N	sem valor	61628.0	
5	2010-01-17 22:22	2010-01-17 22:22	SLMG-LT2010/5	SLMG-LT2010/2	2	4	2	2	CGSDTDT1	35	T	N	sem valor	58998	
6	2010-01-17 22:22	2010-01-17 22:22	SLMG-LT2010/5	SLMG-LT2010/1	2	4	2	2	CGSDTDT1	36	T	N	sem valor	61628.0	
7	2010-01-17 23:23	2010-01-17 23:23	SLMG-LT2010/5	SLMG-LT2010/2	2	4	2	2	CGSDTDT1	34	T	N	sem valor	57503	
8	2010-01-17 23:23	2010-01-17 23:23	SLMG-LT2010/5	SLMG-LT2010/2	2	4	2	2	CGSDTDT1	35	T	N	sem valor	58998	
9	2010-01-17 23:23	2010-01-17 23:23	SLMG-LT2010/5	SLMG-LT2010/2	2	4	2	2	CGSDTDT1	36	T	N	sem valor	61628.0	
10	2010-01-17 23:23	2010-01-17 23:23	SLMG-LT2010/5	SLMG-LT2010/2	2	4	2	2	CGSDTDT1	34	T	N	sem valor	57503	
11	2010-01-19 18:18	2010-01-19 18:18	SLMG-LT2010/5	SLMG-LT2011/1	2	4	2	2	STDCROT1	37	T	N	sem valor	9365	
12	2010-01-19 18:18	2010-01-19 19:19	SLMG-LT2010/5	sem valor		4	2	2	STDCROT1	37	T	N	sem valor	9365	
13	2010-01-20 11:11	2010-01-20 11:11	SLR2010/11	SLR2011/21	2	4	2	2	GNNRDU2	14	T	S	sem valor	13649	14

Figura 09: Consultas de registros cujo Evento está relacionado à causa Descarga Atmosférica em 2010