



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



JEFFERSON RAFAEL PEREIRA DE ASSIS

**ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES DE RESSARCIMENTO DE DANOS
ELÉTRICOS E QUALIDADE DO PRODUTO NA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA
ELÉTRICA - ENERGISA PARAÍBA**

JOÃO PESSOA

2019

JEFFERSON RAFAEL PEREIRA DE ASSIS

**ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES DE RESSARCIMENTO DE DANOS
ELÉTRICOS E QUALIDADE DO PRODUTO NA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA
ELÉTRICA - ENERGISA PARAÍBA**

Relatório de Aproveitamento de Atividades Profissionais submetido à Coordenação do curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Rogério Gaspar de Almeida

Área de Conhecimento: Distribuição de Energia Elétrica

JOÃO PESSOA

2019

JEFFERSON RAFAEL PEREIRA DE ASSIS

**ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES DE RESSARCIMENTO DE DANOS
ELÉTRICOS E QUALIDADE DO PRODUTO NA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA
ELÉTRICA - ENERGISA PARAÍBA**

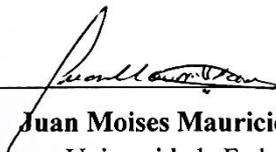
Relatório de Aproveitamento de Atividades Profissionais submetido à Coordenação do curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Data de Aprovação: 16 / 04 / 2019

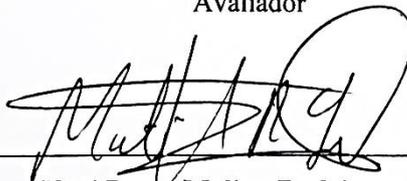
Banca Examinadora:



Rogério Gaspar de Almeida, Dr.
Universidade Federal da Paraíba
Orientador



Juan Moises Mauricio Villanueva, Dr.
Universidade Federal da Paraíba
Avaliador



Yuri Percy Molina Rodriguez, Dr.
Universidade Federal da Paraíba
Avaliador

IDENTIFICAÇÃO

EMPRESA

Nome: Energisa Paraíba – Distribuidora de Energisa S.A.

Endereço: BR 230, km 25, s/n

Bairro: Cristo Redentor

CEP: 58071-680

Cidade/Estado: João Pessoa/Paraíba

Telefone: (83) 2106-7000

ATIVIDADE PROFISSIONAL

Área da Instituição: Coordenação de Planejamento Operacional

Data de início: 17/01/2019

Data de término: 17/03/2019

Carga horária semanal: 40 horas

Carga horária total: 316 horas

Supervisor (a): Luiz Januário

Dedico este trabalho a minha mãe Socorro e ao meu pai Renato, pelo apoio, amor e esforços imensuráveis, que me deram forças para enfrentar esta jornada

“Se pude enxergar mais longe, é porque
me apoiei nos ombros de gigantes.”

ISAAC NEWTON

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar forças diante de todas as intempéries da vida.

Aos meus pais, por sempre serem fonte de calma meio ao caos.

A Kaminska, minha namorada, por estar sempre ao meu lado.

Ao professor Rogério, pela disponibilidade e atenção compartilhada durante a excelente orientação deste trabalho.

A toda a equipe da Coordenação de Planejamento Operacional da Energisa Paraíba, por sempre compartilhar com excelência suas experiências profissionais, contribuindo assim, significativamente para a minha formação profissional.

RESUMO

Este trabalho apresenta as principais atividades profissionais desenvolvidas pelo autor no setor de Coordenação de Planejamento Operacional da Energisa Paraíba, onde atua como Técnico de Operação do Sistema. Basicamente, são descritas as atividades desempenhadas em dois setores: o primeiro trata dos processos de ressarcimento de danos elétricos; enquanto que o segundo, aborda os fenômenos da qualidade do produto. Todas as atividades desenvolvidas têm como amparo teórico os módulos 8 e 9 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), que tratam da qualidade da energia e do ressarcimento de danos elétricos, respectivamente.

Palavras-chave: Ressarcimento de Danos Elétricos, Qualidade da Energia, Qualidade do Produto.

ABSTRACT

This work presents the main professional activities developed by the author in the Operational Planning Coordination sector of Energisa Paraíba, where he works as System Operation Technician. Basically, the activities performed in two sectors are described: the first deals with the processes of compensation of electrical damages; while the second deals with the phenomena of product quality. All activities developed have as theoretical support, modules 8 and 9 of the Procedures for Distribution of Electric Energy in the National Electrical System (PRODIST), which deal with the quality of energy and compensation of electric damages, respectively.

Keywords: Electric Damage Reimbursement, Energy Quality, Product Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Regiões de atuação do grupo Energisa.....	2
Figura 2 - Faixas de tensão em relação a referência.....	5
Figura 3 - Tipos de variações de tensão de curta duração.....	9
Figura 4 - Chave fusível.....	11
Figura 5 - Disjuntor de média tensão Siemens.....	11
Figura 6 - Religador automático Siemens.....	12
Figura 7 - Chave seccionadora.....	13
Figura 8 - Organograma do Departamento de Operação da Energisa Paraíba.....	14
Figura 9 - Exemplo de processo de dano elétrico.....	18
Figura 10 - Registro de ocorrência.....	19
Figura 11 - Dados de um transformador da companhia.....	19
Figura 12 - Ocorrência registrada para subestação.....	20
Figura 13 - Diagrama de subestação.....	21
Figura 14 - Tela de supervisão de religador.....	21
Figura 15 - Analisador de energia.....	24
Figura 16 - Medição solicitada pós reclamação de cliente.....	25
Figura 17 - Relatório simplificado gerado pelo ANAWIN.....	25
Figura 18 - Informações anexas a medição.....	26
Figura 19 - Solicitação de serviço.....	28
Figura 20 - Solicitação de divisão de área.....	29
Figura 21 - Gráfico de medição de tensão de um grande cliente.....	30
Figura 22 - Tela de extração de alarmes de equipamentos.....	31
Figura 23 - Resumo de eventos em período definido para um religador automático.....	32
Figura 24 - Ocorrência a nível de transmissão.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Faixas de classificação de tensões.....	6
Tabela 2 - Classificação das VTCDs segundo o PRODIST.....	10
Tabela 3 - Causas e soluções comuns em problemas de níveis de tensão.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	-	Agência Nacional de Energia Elétrica
BT	-	Baixa Tensão
CGP	-	Coordenação de Gestão de Processos
COEC	-	Coordenação de Equipes de Campo
COI	-	Centro de Operação Integrado
CPOP	-	Coordenação de Planejamento Operacional
DEOP	-	Departamento de Operação
DRC	-	Duração Relativa da Transgressão para Tensão Crítica
DRP	-	Duração Relativa da Transgressão para Tensão Precária
EPB	-	Energisa Paraíba
fp	-	Fator de Potência
NA	-	Normalmente Aberto
NF	-	Normalmente Fechado
OS	-	Ordem de Serviço
PRODIST	-	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica
QEE	-	Qualidade de Energia Elétrica
RDE	-	Ressarcimento de Danos Elétricos
Saelpa	-	Sociedade Anônima de Eletrificação da Paraíba
SIATT	-	Sistema de Atendimento
SIN	-	Sistema Elétrico Interligado
SS	-	Solicitação de Serviço
TL	-	Tensão de Leitura
TR	-	Tensão de Referência
VTCD	-	Variação de Tensão de Curta Duração

Sumário

1. Introdução	1
1.1. Energisa Paraíba	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1. Objetivo Geral	1
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Organização do Documento	2
2. Fundamentação Teórica	3
2.1. Distribuição de Energia Elétrica	3
2.2. Fenômenos da Qualidade do Produto	4
2.2.1. Tensão em Regime Permanente	4
2.2.2. Fator de Potência	7
2.2.3. Harmônicas	8
2.2.4. Desequilíbrio de Tensão	8
2.2.5. Flutuação de Tensão	8
2.2.6. Variação de frequência	8
2.2.7. Variações de Tensão de Curta Duração	9
2.3. Equipamentos de Proteção	10
2.3.1. Chave Fusível	10
2.3.2. Disjuntor	11
2.3.3. Religadores Automáticos	12
2.3.4. Chaves Seccionadoras	12
3. Atividades Realizadas	14
3.1. Coordenação de Planejamento Operacional	14
3.2. Ressarcimento de Danos Elétricos	16
3.2.1. Análise	17
3.3. Qualidade do produto	22
3.3.1. Análise de Medições	22
3.3.2. Solicitação de Serviços	26
3.3.3. Atendimento a Grandes Clientes	29
4. Conclusões	34
Referências Bibliográficas	35

1. INTRODUÇÃO

A experiência profissional é parte fundamental da formação do engenheiro eletricista. Neste contexto, o estágio supervisionado é o componente curricular responsável por formar o elo de ligação entre teoria e prática, tendo como principais objetivos: contribuir para a qualidade da formação acadêmica e profissional, dar oportunidades de interação com o mercado de trabalho e promover a integração entre a universidade e as empresas.

Nesse sentido, serão apresentadas neste trabalho as atividades profissionais desenvolvidas pelo autor na distribuidora de energia elétrica Energisa Paraíba. Na seções seguintes encontram-se: uma breve apresentação do grupo Energisa, a definição dos objetivos e organização deste documento, respectivamente.

1.1. ENERGISA PARAÍBA

O grupo Energisa controla hoje 15 distribuidoras, localizadas nos estados de Minas Gerais, Paraíba, Sergipe, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Paraná São Paulo e recentemente arrematou concessões no Acre e Rondônia. Presente em 862 municípios, emprega mais de 10 mil colaboradores e atende 7,7 milhões de unidades consumidoras, o que corresponde ao total de 20 milhões de pessoas (10 % da população brasileira). O grupo Energisa adentrou no estado da Paraíba no ano 2000, quando arrematou em leilão de privatização a Sociedade Anônima de Eletrificação da Paraíba (Saelpa), por R\$ 363 milhões. Hoje, a Energisa Paraíba (EPB) conta com mais de 2 mil colaboradores e 69 subestações distribuídas pelo estado [1]. As regiões de atuação do grupo Energisa são mostradas na Figura 1.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

De acordo com o artigo 82 do Regulamento dos Cursos de Graduação da Universidade Federal da Paraíba, é possível, para aqueles alunos que já exercem uma atividade profissional correlacionada a sua área de formação, realizarem o aproveitamento de suas atividades profissionais como atividade de estágio [2].

O objetivo geral deste trabalho é demonstrar a relação direta entre as atividades profissionais desenvolvidas pelo autor e as atribuições típicas de um engenheiro eletricitista. Para tanto, todas as atividades executadas serão devidamente embasadas teoricamente e descritas de forma clara e objetiva.

1.2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

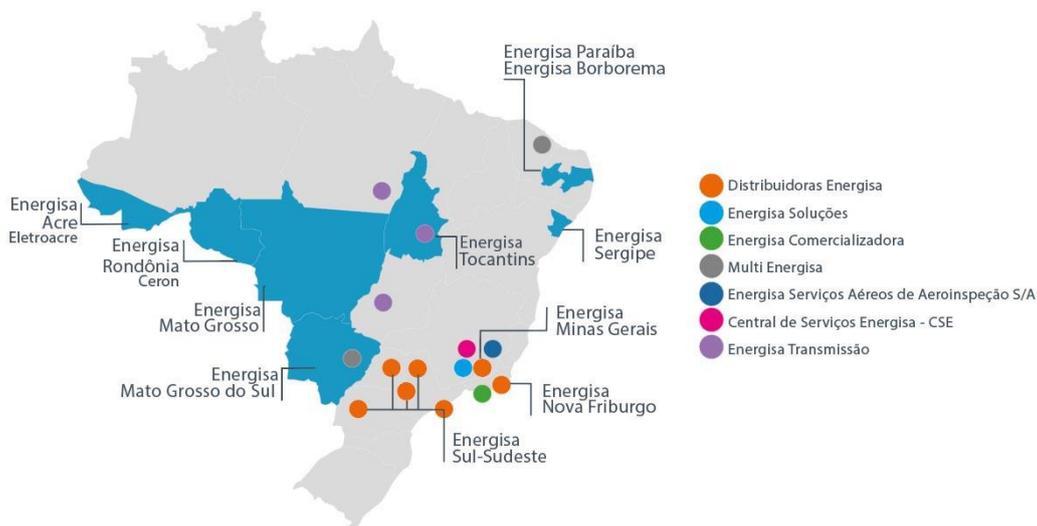
- Caracterizar os fenômenos que afetam a qualidade do produto;
- Descrever como é realizada a análise de processos de ressarcimento de danos elétricos;
- Descrever como são analisados os processos referentes a qualidade do produto;

1.3. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Este trabalho está organizado da seguinte maneira:

- No capítulo 2 é feito um breve embasamento teórico a respeito de tópicos inerentes as atividades profissionais desenvolvidas.
- No capítulo 3 são detalhadas todas as atividades profissionais desenvolvidas.
- Enquanto que no capítulo 4 são apresentadas as conclusões do trabalho.

Figura 1 – Regiões de atuação do grupo Energisa.



Fonte: [1].

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste Capítulo, serão abordados conceitos teóricos frequentemente utilizados e fundamentais para as atividades profissionais desenvolvidas pelo autor deste trabalho.

2.1. DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A distribuição se caracteriza como o segmento do setor elétrico dedicado à entrega de energia elétrica para um usuário final. Como regra geral, o sistema de distribuição pode ser considerado como o conjunto de instalações e equipamentos elétricos que operam geralmente, em tensões inferiores a 230 kV, incluindo os sistemas de baixa tensão [3].

O sistema distribuidor em geral é composto por [4]:

1. Alimentadores primários de média tensão (13,8 kV até 34,5 kV), responsáveis por fazer o *link* entre as subestações até as redondezas dos consumidores;
2. Transformadores de distribuição, instalados geralmente em postes, são os responsáveis por condicionar a tensão primária para sua utilização pelos consumidores;
3. Rede secundária: também chamada de rede de baixa tensão (BT), é responsável por fazer a ligação entre os transformadores de distribuição e as unidades consumidoras.
4. Ramais de ligação: são os trechos correspondentes entre a rede secundária e as instalações dos consumidores.

Os tipos de construção mais utilizados são: a rede aérea e subterrânea. A construção aérea apresenta custo mais reduzido em relação a subterrânea, além disso, permite mais rapidez de construção, agilidade na localização de falhas e execução de reparos. Em contrapartida, a rede aérea apresenta maior frequência de falhas, principalmente devido a exposição aos agentes externos, como arborização, poluição, vandalismo, abalroamento de postes, e etc. [4].

As principais configurações das redes de distribuição são [4]:

- a) Sistema radial simples: nesse sistema, para um defeito na rede, não é possível reestabelecer o fornecimento parcialmente antes da correção da falha;
- b) Sistema radial com recurso: em caso de defeito neste sistema, é possível fazer a transferência de unidades consumidoras para circuitos adjacentes;

- c) Sistema radial seletivo: geralmente utilizado para consumidores atendidos em tensão primária, este sistema fornece a seus consumidores duas alimentações, uma normal e outra de reserva. Em caso de falha do circuito normal, a alimentação é transferida para a rede reserva manual ou automaticamente.
- d) Sistema em anel: todos os transformadores de distribuição estão conectados a chaves que permitem a segregação dos mesmos no trecho do circuito com defeito, assegurando o total restabelecimento do serviço por meio de um circuito adjacente.

A distribuição sofre grande influência das características urbanísticas, sociais, econômicas, geográficas e ecológicas da área em que atua. Enquanto um sistema de transmissão opera com algumas dezenas de linhas e abrange cerca de uma centena de subestações, a rede de uma distribuidora pode conter mais de mil circuitos primários, milhares de circuitos secundários e milhões de pontos de entrega [4]. Estes fatos tornam a operação de distribuidoras bastante desafiadora, tendo em vista o grande volume de ativos a serem gerenciados.

2.2. FENÔMENOS DA QUALIDADE DO PRODUTO

Existe uma preocupação crescente das empresas fornecedoras de energia elétrica e dos seus consumidores com um indicador denominado Qualidade de Energia Elétrica (QEE). De maneira geral, este indicador serve para expressar a continuidade do fornecimento e o quão conforme estão as formas de onda de tensão e corrente, em relação a valores de referência preestabelecidos. Nos sistemas de potência os parâmetros de QEE são geralmente relacionados ao suprimento de tensão. Os principais distúrbios que comprometem a QEE são: harmônicos, flutuações de tensão, desequilíbrios de tensão, variações de frequência e variações de tensão de longa e curta duração [5].

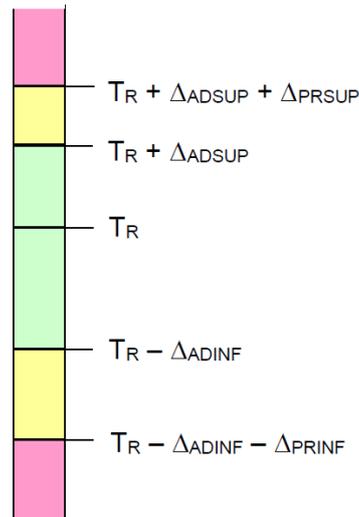
Nesta seção serão definidos os principais fenômenos que afetam a QEE, estabelecendo seus indicadores e valores de referência de acordo com o módulo 8 do PRODIST.

2.2.1. Tensão em Regime Permanente

A tensão em regime permanente deve ser acompanhada em todo o sistema de distribuição, devendo a distribuidora dotar-se de recursos e técnicas para tal acompanhamento, atuando de forma preventiva para que a tensão em regime permanente se mantenha dentro dos padrões adequados conforme o módulo 8 do PRODIST [6].

A tensão em regime permanente deve ser avaliada por meio de um conjunto de leituras obtidas por medição apropriada. A tensão de atendimento associada às leituras deve ser classificada segundo faixas em torno da Tensão de Referência (T_R), de acordo com a Figura 2 [6].

Figura 2 - Faixas de tensão em relação a referência.



Fonte: [6].

Onde:

a) Faixa adequada de tensão compreende o intervalo:

$$[T_R - \Delta_{ADINF} \text{ até } T_R + \Delta_{ADSUP}]$$

b) Faixas precárias de tensão compreendem os intervalos:

i. $[T_R + \Delta_{ADSUP} \text{ até } T_R + \Delta_{ADSUP} + \Delta_{PRSUP}]$

ii. $[T_R - \Delta_{ADINF} \text{ até } T_R - \Delta_{ADINF} - \Delta_{PRINF}]$

c) Faixas críticas de tensão:

i. valores maiores que $(T_R + \Delta_{ADSUP} + \Delta_{PRSUP})$

ii. Valores menores que $(T_R - \Delta_{ADINF} - \Delta_{PRINF})$

Sendo:

Δ_{ADSUP} a variação admitida superior.

Δ_{PRSUP} a variação precária superior.

Δ_{ADINF} a variação admitida inferior.

Δ_{PRINF} a variação precária inferior.

Na Tabela 1 são apresentadas as faixas de classificação de tensões em regime permanente para pontos de conexão em tensão nominal igual ou inferior a 1 kV (380/220 V) de acordo com a Tensão de Leitura (TL) [6].

Tabela 1 - Faixas de classificação de tensões

Tensão de Atendimento	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volt)
Adequada	$202 \leq TL \leq 231$ $350 \leq TL \leq 399$
Precária	$191 \leq TL < 202$ ou $231 < TL \leq 233$ $331 \leq TL < 350$ ou $399 < TL \leq 403$
Crítica	$TL < 191$ ou $TL > 233$ $TL < 331$ ou $TL > 403$

Fonte: [6].

A medição de tensão em regime permanente deve registrar 1008 leituras válidas obtidas em intervalos consecutivos de 10 minutos. Após a obtenção do conjunto de leituras válidas, deve ser calculado o Índice de Duração Relativa da Transgressão para Tensão Precária (DRP) e para Tensão Crítica (DRC) de acordo com as seguintes equações [6]:

$$DRP = \frac{nlp}{1008} \cdot 100 \% \quad (1)$$

$$DRC = \frac{nlc}{1008} \cdot 100 \% \quad (2)$$

Onde:

nlp é o maior valor entre as fases do número de leituras contidas na faixa de tensão precária.

nlc é o maior valor entre as fases do número de leituras contidas na faixa de tensão crítica.

Os indicadores DRP e DRC possuem os seguintes limites [6]:

- O limite do indicador DRP é de 3 %;
- O limite do indicador DRC é de 0,5 %.

A distribuidora deve compensar consumidores que estiverem experimentando em suas unidades consumidoras tensões de atendimento que contenham transgressões dos limites estabelecidos de *DRP* e *DRC*. Para o cálculo da compensação é utilizada a seguinte equação [6]:

$$Valor = \left[\left(\frac{DRP - DRP_{limite}}{100} \right) \cdot k_1 + \left(\frac{DRC - DRC_{limite}}{100} \right) \cdot k_2 \right] \cdot EUSD \quad (3)$$

Sendo:

$$k_1 = 0, \text{ se } DRP \leq DRP_{limite}$$

$$k_1 = 3, \text{ se } DRP > DRP_{limite}$$

$$k_2 = 0, \text{ se } DRC \leq DRC_{limite}$$

$$k_2 = 7, \text{ para consumidores atendidos em baixa tensão, se } DRC > DRC_{limite}$$

$$k_2 = 5, \text{ para consumidores atendidos em média tensão, se } DRC > DRC_{limite}$$

$$k_2 = 3, \text{ para consumidores atendidos em alta tensão, se } DRC > DRC_{limite}$$

DRP o valor do *DRP* expresso em porcentagem, apurado na última medição

DRC o valor do *DRC* expresso em porcentagem, apurado na última medição

EUSD o valor do encargo de uso do sistema de distribuição correspondente ao mês de referência da última medição.

Os valores de compensação são creditados na fatura do cliente, o prazo máximo é de dois meses subsequentes a última medição que constatou a violação. O pagamento da compensação não isenta a distribuidora de responder por outras perdas e danos causados pelo serviço inadequado prestado. A compensação é mantida enquanto houver transgressão dos indicadores *DRP* e *DRC*.

2.2.2. Fator de Potência

O valor do fator de potência (*fp*) é calculado a partir dos valores registrados das potências ativa e reativa (*P* e *Q*), utilizando a equação:

$$fp = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (4)$$

O fator de potência deve estar compreendido entre 0,92 e 1, capacitivo ou indutivo [6].

2.2.3. Harmônicos

As distorções harmônicas são fenômenos associados a deformações nas formas de onda das tensões e correntes em relação a forma de onda senoidal de frequência fundamental. A presença de harmônicas na rede elétrica deterioram a qualidade da energia, sendo as suas principais consequências [6]:

- Sobrecarga, vibrações e envelhecimento precoce de alternadores, transformadores e motores;
- Deformação da tensão de alimentação, podendo afetar o funcionamento de cargas sensíveis;
- Disparos intempestivos de equipamentos de proteção.

2.2.4. Desequilíbrio de Tensão

É caracterizado por qualquer diferença verificada nas amplitudes entre as três tensões de fase de determinado sistema trifásico, e/ou na defasagem elétrica de 120° entre as tensões de fase do mesmo sistema [6].

2.2.5. Flutuação de Tensão

Este fenômeno é caracterizado pela variação aleatória, repetitiva ou esporádica do valor eficaz ou de pico da tensão instantânea [6].

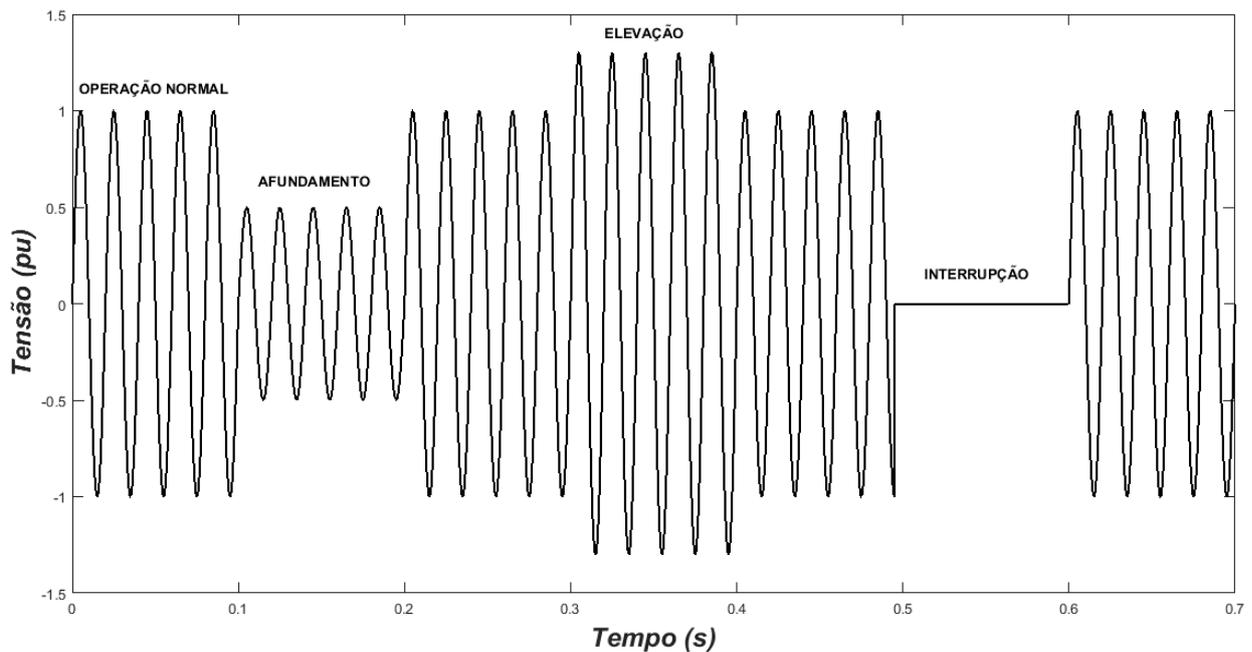
2.2.6. Variação de frequência

O sistema de distribuição e as instalações de geração conectadas ao mesmo devem, em condições normais de operação e em regime permanente, operar dentro dos limites de frequência situados entre 59,9 Hz e 60,1 Hz. Quando ocorrem distúrbios no sistema de distribuição, as instalações de geração devem garantir que a frequência retorne no intervalo de trinta segundos após a transgressão, para a faixa de 59,5 Hz a 60,5 Hz, para permitir a recuperação do equilíbrio carga-geração [6].

2.2.7. Variações de Tensão de Curta Duração

As Variações de Tensão de Curta Duração (VTCDs) são definidas como desvios significativos na amplitude do valor eficaz da tensão durante um intervalo de tempo inferior a três minutos. Podendo ser classificadas como: elevações, afundamentos ou interrupções, todas com duração momentânea ou temporária [6]. Esses distúrbios são ilustrados na Figura 3. Pode-se definir o afundamento de tensão como uma redução na magnitude da tensão seguida do restabelecimento depois de um curto período de tempo. Quando este distúrbio ocorre, equipamentos conectados à rede podem operar de forma indesejada ou vir a falha. Já a elevação de tensão é um aumento na magnitude da tensão por um curto intervalo de tempo. Enquanto que as interrupções representam a perda total de tensão no sistema [7].

Figura 3 - Tipos de variações de tensão de curta duração.



Fonte: [7].

De acordo com o PRODIST, as VTCDs podem ser classificadas de acordo com a Tabela 2, onde são apresentadas as classificações, denominações, faixas de duração e faixas de amplitude de tensão (valor eficaz) em relação à tensão de referência que caracterizam as VTCDs.

Tabela 2 - Classificação das VTCDs segundo o PRODIST.

Classificação	Denominação	Duração - D	Amplitude - A
Variação Momentânea de Tensão	Interrupção Momentânea de Tensão	$D \leq 3$ segundos	$A < 0,1$ p.u.
	Afundamento Momentâneo de Tensão	$1 \text{ ciclo} \leq D \leq 3$ segundos	$0,1 \text{ p.u.} \leq A < 0,9 \text{ p.u.}$
	Elevação Momentânea de Tensão	$1 \text{ ciclo} \leq D \leq 3$ segundos	$A > 1,1$ p.u.
Variação Temporária de Tensão	Interrupção Temporária de Tensão	$3 \text{ segundos} < D < 3 \text{ min}$	$A < 0,1$ p.u.
	Afundamento Temporário de Tensão	$3 \text{ segundos} < D < 3 \text{ min}$	$0,1 \text{ p.u.} \leq A < 0,9 \text{ p.u.}$
	Elevação Temporária de Tensão	$3 \text{ s} < D < 3 \text{ min}$	$A > 1,1$ p.u.

Fonte: [6].

2.3.EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

Existem diversos dispositivos de proteção que podem ser coordenados de forma a garantir proteção adequada dos sistemas de distribuição, são exemplos deste tipo de equipamento: chaves fusíveis, relés, disjuntores, religadores e outros. A principal função dos equipamentos de proteção é atuar na ocorrência de uma falha do sistema, visando minimizar os possíveis danos que o evento poderia causar, inclusive resguardando a vida de trabalhadores da distribuidora e terceiros.

Nesta seção, serão descritos brevemente os principais componentes de proteção que o autor deste texto necessita ter conhecimento para exercer suas atividades profissionais.

2.3.1. Chave Fusível

O baixo custo e o desempenho adequado da função de proteção do sistema de distribuição, fez com que as chaves fusíveis se tornassem os equipamentos de proteção mais utilizados para a proteção de sistemas de distribuição [8].

A chave fusível possui um cartucho acoplado em seu interior onde está instalado o elo fusível, que é o elemento que se rompe se corretamente dimensionado na presença de uma falta no sistema, realizando a abertura do circuito defeituoso [8].

A Figura 4 mostra uma chave fusível típica utilizada na proteção de sistemas elétricos de distribuição.

Figura 4 - Chave fusível.



Fonte: [9].

2.3.2. Disjuntor

Todo alimentador de distribuição deve conter um disjuntor como dispositivo de proteção. Estes equipamentos tem a função de isolar o circuito defeituoso caso ocorra um evento que gere correntes excessivas, além de também possuir a função de seccionamento [8].

Pode-se destacar alguns pontos importantes quanto ao uso dos disjuntores [8]:

- Sua tensão nominal deve ser no mínimo igual a do sistema;
- Sua capacidade de condução de corrente deve ser superior a corrente máxima que possa ser solicitada pelas cargas a jusante do equipamento;
- Sua capacidade de interrupção deve ser no mínimo igual a máxima corrente de curto-circuito no ponto em que esteja instalado;
- Seus níveis de isolamento devem ser compatíveis com o do sistema.

Na Figura 5 é apresentado um disjuntor típico utilizado em sistemas de distribuição de energia elétrica.

Figura 5 - Disjuntor de média tensão Siemens.



Fonte: [10].

2.3.3. Religadores Automáticos

O religador automático é um dispositivo automatizado de manobra utilizado em subestações de distribuição e ao longo de alimentadores.

Seu princípio de funcionamento baseia-se na interrupção da alimentação do circuito de distribuição a partir da detecção de uma falta no sistema. Antes de abrir em definitivo, o equipamento, segundo uma configuração predefinida, realiza os chamados ciclos de religamento. Cada ciclo tem um tempo predefinido de duração. Na Energisa este tempo é geralmente de 10 s para o primeiro ciclo e de 5 s para o segundo. Se a falta persistir após essas tentativas de normalização ele permanece desarmado e é necessária a intervenção do operador para identificar e corrigir o problema e retorná-lo para o seu estado normal.

Na Figura 6 é ilustrado um religador automático comumente utilizado em subestações e alimentadores de distribuição.

Figura 6 - Religador automático Siemens.



Fonte: [11].

2.3.4. Chaves Seccionadoras

As chaves seccionadoras são bastante utilizadas estrategicamente para possibilitar trechos para transferência de cargas e isolamento de falhas. Este tipo de equipamento é categorizado como sendo de manobra.

Basicamente, encontram-se chaves deste tipo em dois estados, sendo eles:

- Normalmente aberto (NA);
- Normalmente fechado (NF).

Chaves que possuem estado NA são utilizadas para a realização de manobras emergenciais, de transferência de carga ou de manutenção. Enquanto que, chaves do tipo NF são utilizadas ao logos de trechos para a isolação de trechos específicos da rede.

Vale salientar, que estes equipamentos podem ser também possuir a funcionalidade de acionamento remoto. Na Figura 7 é apresentado um modelo típico de chave seccionadora.

Figura 7 - Chave seccionadora.



Fonte: [12].

3. ATIVIDADES REALIZADAS

Neste capítulo, inicialmente, é apresentada a estrutura organizacional do departamento em que o autor atua na EPB, bem como definem-se seus setores de atuação. Em seguida, são descritas as principais atividades profissionais realizadas.

3.1.COORDENAÇÃO DE PLANEJAMENTO OPERACIONAL

As atividades profissionais realizadas pelo autor são desenvolvidas na Coordenação de Planejamento Operacional (CPOP) do Departamento de Operação (DEOP) da Energisa Paraíba. Este departamento é responsável por toda a operação do sistema elétrico da distribuidora. Entende-se por operação do sistema, todas as ações de intervenção em tempo real, ou não. A estrutura do DEOP é apresentada na Figura 8.

Figura 8 - Organograma do Departamento de Operação da Energisa Paraíba.



Fonte: próprio autor.

A Coordenação de Gestão de Processos (CGP), é responsável por analisar o desempenho do sistema de distribuição, estabelecendo diretrizes e procedimentos para otimizar a operação, obedecendo critérios estabelecidos e gerando relatórios gerenciais com conclusões e recomendações. O Centro de Operação Integrado (COI) opera em tempo real o sistema elétrico da concessionária, assegurando sempre a confiabilidade e segurança. A Coordenação de Equipes de Campo (COEC), gere os atendimentos programados e não programados de serviços comerciais e técnicos.

A Coordenação de Planejamento Operacional, setor o qual o autor deste texto atua, subdivide-se em quatro subsetores, são eles:

- Pré-Operação: responsável por analisar as solicitações de outros departamentos da empresa para intervenção em equipamentos e instalações do sistema elétrico da distribuidora. Além disso, analisa a programação e aprovação de desligamentos programados.
- Pós-operação: basicamente, atua na análise de ocorrências/intervenções no sistema, com a intenção de avaliar o desempenho da pré-operação, visando a melhoria contínua dos processos e minimizar a indisponibilidade do sistema. Além disso, realiza a apuração de indicadores, de continuidade e compensações financeiras, com o objetivo de verificar a qualidade do atendimento ao cliente de acordo com as metas estabelecidas pela ANEEL.
- Ressarcimento de danos elétricos: realiza a gestão das solicitações de danos elétricos causados a equipamentos conectados à rede da distribuidora atendidas em tensão igual ou inferior a 2,3 kV.
- Qualidade do produto: atua na gestão dos processos de medição dos níveis de tensão, monitorando a qualidade do produto nos aspectos que se referem a tensão em regime permanente de a garantir todas as determinações normativas contidas no módulo 8 do PRODIST.

A atuação do autor dentro da CPOP é concentrada principalmente na área de qualidade do produto, porém, também possui atuação na área de ressarcimento de danos elétricos. Nas seções seguintes deste texto, serão descritas as atividades profissionais realizadas em ambos os setores de atuação.

3.2. RESSARCIMENTO DE DANOS ELÉTRICOS

O setor de Ressarcimento de Danos Elétricos (RDE) é responsável por gerir todos os processos de solicitação de reembolso por um dano elétrico causado a determinado cliente conectado à rede elétrica da concessionária devido a algum evento que possa justificar tal dano, desde que haja nexos causal entre a reclamação e o registro do evento nos sistemas da concessionária. Não são abrangidas nos procedimentos as solicitações por danos morais, lucros cessantes ou danos emergentes, bem como, casos relativos a de decisão judicial ou solicitações realizadas por clientes conectados em tensão superior a 2,3 kV.

A ANEEL regula o setor de ressarcimento de acordo com as diretrizes expostas no módulo 9 do PRODIST. Sendo responsabilidades da distribuidora [13]:

- a) Disponibilizar meios para o recebimento de solicitações de ressarcimento de danos elétricos dos seus consumidores;
- b) Fazer análise imparcial das solicitações, sempre de acordo com normas pertinentes;
- c) Prestar informações aos consumidores acerca do direito de ser ressarcido por danos ocorridos em função dos serviços de energia elétrica;
- d) Solicitar ao consumidor, em tempo hábil, todas as informações necessárias à análise da solicitação;
- e) Emitir resposta por escrito ao consumidor e ressarcir-lo pelos danos reclamados, exceto nos casos de indeferimento previstos no módulo 9 do PRODIST.
- f) Organizar e manter um processo específico para cada solicitação de ressarcimento de danos elétricos;

O processo de ressarcimento de danos elétricos basicamente é dividido em quatro etapas, são elas:

- 1) Solicitação: é a manifestação do consumidor em receber ressarcimento por um dano elétrico.
- 2) Análise: é a investigação das causas do dano elétrico com a intenção de atestar de a distribuidora deve, ou não, ressarcir o cliente.
- 3) Resposta: consiste no ato formal de comunicar o consumidor por escrito sobre o resultado da sua solicitação.
- 4) Ressarcimento: é o ato no qual a distribuidora contempla o consumidor ao retorno da condição anterior a ocorrência do dano, seja através de conserto ou substituindo o equipamento danificado, ou até mesmo pagando valor equivalente para o próprio consumidor fazê-lo.

Até aqui, foi dada uma visão macro do processo geral de ressarcimento. Dentre as quatro etapas do processo, a que exige capacitação técnica na área elétrica está concentrada na análise (etapa 2), que é a função do autor deste texto no setor de RDE. Na próxima seção serão descritas as atividades do autor na análise de processos de ressarcimento.

3.2.1. Análise

A análise consiste em fazer uma investigação se houve perturbação no sistema elétrico e se a perturbação registrada poderia ter causado o dano reclamado. Para isso, são consultados sistemas da empresa onde estão cadastradas todas as ocorrências atendidas diariamente, além de dados do sistema supervisorio das subestações, de operação da transmissão, de eventos do sistema elétrico interligado (SIN) e de níveis de tensão.

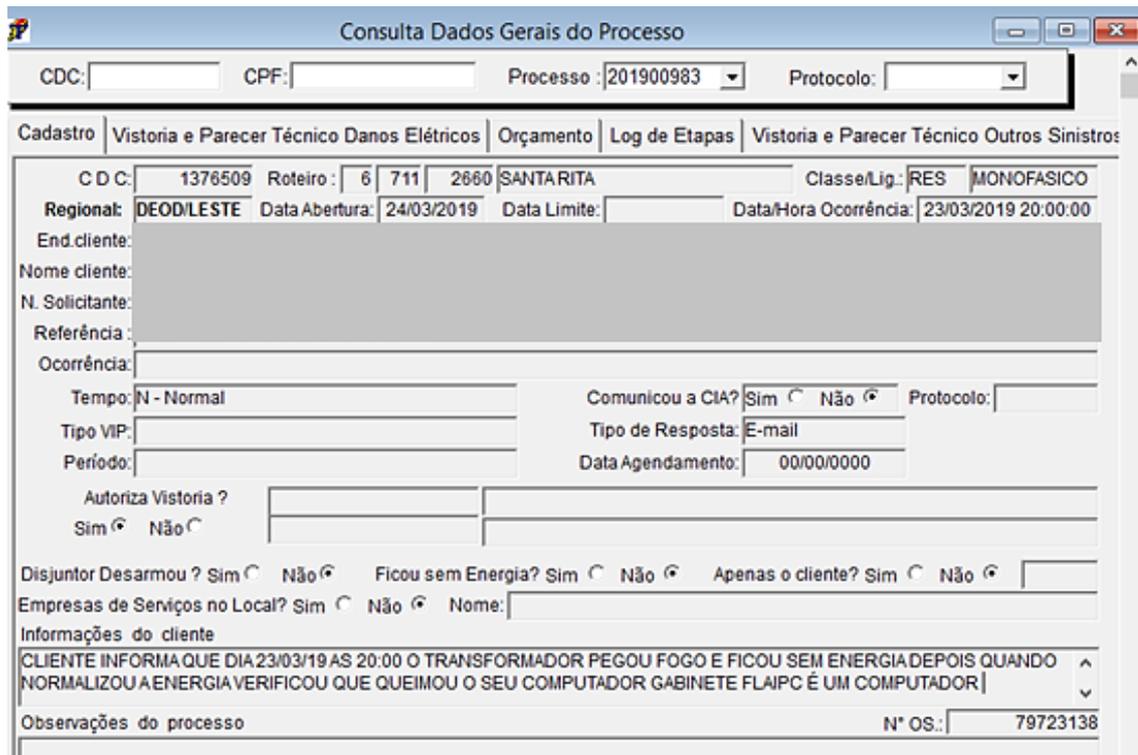
Os pontos analisados pelo autor ao receber um processo de ressarcimento são:

- Atuação de dispositivos de proteção a montante da unidade consumidora, inclusive religadores automáticos;
- Ocorrências na subestação de distribuição que possa ter afetado a unidade consumidora;
- Manobras emergenciais ou programadas, ainda que avisadas com antecedência;
- Eventos no sistema de transmissão;
- Eventos provocados por ação da natureza, agentes a serviço da distribuidora ou terceiros que possam provocar alterações nas condições normais de funcionamento;
- Eventos transitórios.

Na Figura 9 é apresentado um exemplo real de solicitação de ressarcimento por danos elétricos.

A solicitação mostrada na Figura 9 contém a descrição do dano relatada pelo consumidor, bem como, a data relatada pelo cliente do evento que possa ter causado o dano elétrico. A partir deste momento inicia-se o processo de investigação técnica da existência de nexos causal. A primeira busca é efetuada no sistema de gerenciamento da distribuição, onde estão registradas todas as ocorrências atendidas e pendentes da distribuidora.

Figura 9 - Exemplo de processo de dano elétrico.



Consulta Dados Gerais do Processo

CDC: [] CPF: [] Processo: 201900983 Protocolo: []

Cadastro | Vistoria e Parecer Técnico Danos Elétricos | Orçamento | Log de Etapas | Vistoria e Parecer Técnico Outros Sinistros

C D C: 1376509 Roteiro: 6 | 711 | 2660 SANTARITA Classe/Lig.: RES MONOFASICO

Regional: DEOD/LESTE Data Abertura: 24/03/2019 Data Limite: Data/Hora Ocorrência: 23/03/2019 20:00:00

End. cliente: []

Nome cliente: []

N. Solicitante: []

Referência: []

Ocorrência: []

Tempo: N - Normal Comunicou a CIA? Sim Não Protocolo: []

Tipo VIP: [] Tipo de Resposta: E-mail

Período: [] Data Agendamento: 00/00/0000

Autoriza Vistoria? Sim Não

Disjuntor Desarmou? Sim Não Ficou sem Energia? Sim Não Apenas o cliente? Sim Não

Empresas de Serviços no Local? Sim Não Nome: []

Informações do cliente

CLIENTE INFORMA QUE DIA 23/03/19 AS 20:00 O TRANSFORMADOR PEGOU FOGO E FICOU SEM ENERGIA DEPOIS QUANDO NORMALIZOU A ENERGIA VERIFICOU QUE QUEIMOU O SEU COMPUTADOR GABINETE FLAIPC É UM COMPUTADOR

Observações do processo N° OS.: 79723138

Fonte: [14].

Na Figura 10 é mostrado um exemplo de registro de uma ocorrência. Os registros de ocorrências são preenchidos pelas equipes de campo, servindo como um importante insumo para diversas áreas da concessionária.

O próximo passo é conhecer a qual transformador de distribuição a unidade consumidora reclamante está conectada, bem como, qual a subestação e alimentador é responsável por suprir a área atendida pelo referente transformador. Um exemplo dessa pesquisa é mostrado na Figura 11.

Na Figura 11 é mostrada que a pesquisa pelo transformador que atende à unidade consumidora retorna o número de identificação do transformador, número de identificação do alimentador primário ao qual é ligado, nome da subestação pela qual é atendido, potência nominal, carregamento, número de clientes conectados, entre outros.

Figura 10 - Registro de ocorrência.

Detalhes da Ocorrência Encerrada

Ocorrência Abrangência Defeito **Instalação Transformadora** Defeito/Falha **17108**
 Número **2019-80316** Equipamentos **1 / 17108**

Auditoria Usuário de Criação **NILR**
 Controle **Atendimento** Abrangência Original **Instalação Transformadora** Defeito/Falha Original **17108**

Localização Proprietário UT **COMPANHIA**
 Alimentador **STR L8 - PARTE DE BAYEUX, BRASCORDA, ALTO DA BOA VISTA, VARZEA NOVA.**
 Localidade **SANTA RITA** Localização **Urbano** Tipo **Não Programada**
 Endereço do P.D.F. :
 Início da Ocorrência **23/03/2019 02:34:00** Final da Ocorrência **23/03/2019 15:50:00** Operador **PJGA**

Detalhes Consumidores Faturados Consumidores Totais
 Clientes Afetados **375** Clientes Especiais Afetados **0** Clientes VIPs Afetados **0** Informações Importantes **Sim**

Tipos de Aviso Avisos enviados pelo correio Avisado localmente Avisado por Rádio/jornal **106**

Observações

Observações sobre a Causa
 EM LOCO COMP 17108 AVARIADO O MESMO TODO QUEIMADO NÃO EXISTE GLV FICA NA MESMA ESTRUTURA DA LINHA TRONCO CHAVE E TRAFÓ NA MESMA ESTRUTURA REPASSAR PARA A MANUTENSAO.
 EM LOCO COMP 17108 AVARIADO O MESMO TODO QUEIMADO NÃO EXISTE GLV FICA NA MESMA ESTRUTURA DA LINHA TRONCO

Condições do Tempo **Normal**
 Níveis de Tensão **127/220/380 Volts**
 Interrupção? **Sim**

Causa da Ocorrência
 DISTRIBUIÇÃO NÃO-PROGRAMADA
 TRANSFORMADOR
 QUEIMADO POR SOBRECARGA

Fonte: [15].

Figura 11 - Dados de um transformador da companhia.

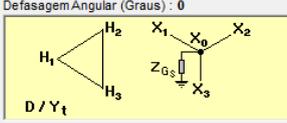
Detalhes da Unidade Transformadora

Unidade Transformadora 17108 BT - ESTAÇÃO TRANSFORMADORA Coordenadas: 947500,91- 9210579,99 Alimento: STR - L8
 Bloco de Rede Primária: 3975

Dados do Último Projeto
 Data: Projeto: **CADASTRO**

Regional: **REGIONAL LESTE** Localização: **Urbano** Configuração: **Radial**
 Distrito: **SANTA RITA** Proprietário: **COMPANHIA** Estado: **Ligado**
 Local: **SANTA RITA** Posto: **POSTE** Contém espaçador: **Não**
 Endereço:
 Desenergizado: **Não** Data Cálculo:
RECALCULE!

Curvas de Carga
 IP: Clientes Instalação (Medida)
 Potência Nominal (kVA): **45** Capac. Chave(A): **0**
 Potência Térmica (kVA): **45** Capac. Elo(A): **0**
 Fator de Carga (%): **62,7** Capac. Int. As. (A): **0**
 Índice Deseq (%): **23,9** Capitalizado: **Não**
 Fases: **ABC** Banco de Transformadores: **Não**
 Comprimento de Rede: **2536,62**

Delta / Estrela Aterrado
 Defasagem Angular (Graus): **0**


Dados

Instante de Cálculo
Máxima da Instalação
 Dia: **Úteis**
 Horário: **16**

Tensão (V)

	Módulo	Ângulo				
Fase A :	209,2	-1,9				
Fase B :	214,7	239,2				
Fase C :	215,6	119,3				

	Fase A	Fase B	Fase C	Total
kVA	37,05	29,43	23,48	89,96
kW	33,25	26,19	20,97	80,41
kVAr	16,33	13,43	10,57	40,33

Distribuição de Carga (%)
 Potência Constante : **80**
 Impedância Contante : **20**

Consumo de Iluminação Pública
 Ativo (kWh) : **0,0**
 Reativo (kVArh) : **0,0**

Impedância de Aterramento

	Primário	Secundário		
Resistência	4,00	4,00		
Reatância	3,00	3,00		

	Atual	
Queda de Tensão (%)	11,2	
Carregamento (%)	249,0	
Perdas de Energia RS (%)	0,0	

Corrente (A)

	Módulo	Ângulo		
Fase A :	176,1	332,6		
Fase B :	136,4	212,4		
Fase C :	108,5	92,9		

Fonte: [15].

Uma vez conhecida a subestação que atende à unidade consumidora reclamante, o autor acessa o diagrama da mesma, e em seguida realiza uma busca no sistema de gerenciamento da operação da transmissão da empresa, a fim de detectar se houve algum evento que possa ser relacionado a solicitação de ressarcimento recebida. Na Figura 12 é mostrado um exemplo de ocorrência registrada para uma subestação, enquanto que, na Figura 13 é apresentado o diagrama elétrico da referida subestação.

Figura 12 - Ocorrência registrada para subestação.

Ocorrência: 179/2019

Ocorrência | Informação à Operação | Informação à Manutenção | Informações ao COD | Deslocamento de Equipos | Manobras

Início: 15/03/2019 20:49:00 Fim: 18/03/2019 20:21:26 Situação: ENCERRADA

Instalação 1: SE CGD Instalação 2:

Equipamento 1: 12J6 Equipamento 2:

Equip. Desenerg.: 02J6 CGD/BQR Tensão do Equip. Desenergizado: 69 KV

Tipo Ocorrência 1: DESARME LINHA Tipo Ocorrência 2:

Corrente CC/Defeito 1: S/REGISTRO Corrente CC/Defeito 2:

Proteção Atuada 1: 21A/B/C, 67N Proteção Atuada 2:

Localizador de Falta 1: (km) Localizador de Falta 2: (km)

Causa: ANIMAL/TERCEIROS/OBJ REDE - Falha instal. cliente

Resumo: 20:55- ACIONADA EQUIPE MLV_SN_27
20:56- ACIONADA EQUIPE BQR_SN_04
21:45 - HORAS 152 - SINALIZADOR DE FALTA APAGADO - EQUIPE BQR_SN_04
21:50- EQUIPE MANUTENÇÃO RESP. RUITER 1ª CONTATO AINDA NA SEDE
21:55 - HORAS 134 - SINALIZADOR APAGADO-EQUIPE BQR_SN_04
22:19- SINALIZADOR 48 PISCANDO(DEFEITO LOCALIZADO DENTRO CONSUMIDOR
22:55 -TEC. RESP.(RUITER) INFORMA: INCÊNDIO E QUEIMA DOS 04 TRAFOS CONSUMIDOR CAGEPA GRAVAtá
NORMALIZAÇÃO EM 18/03/19 AS 20:21:26 DE ACORDO COM SID 1061/19

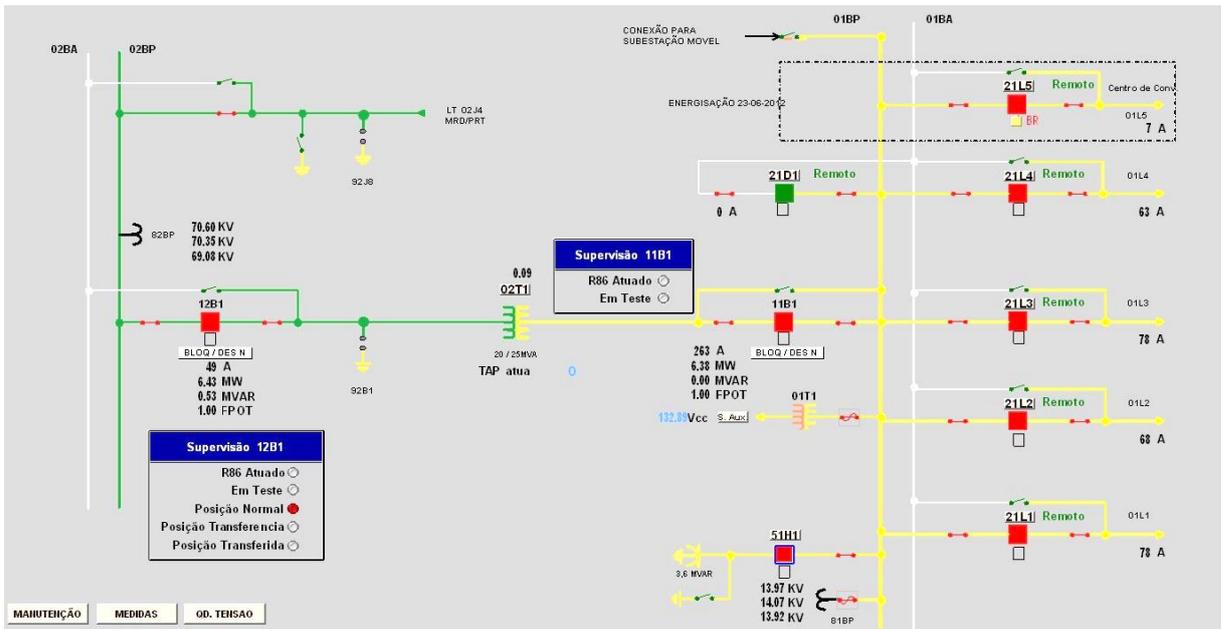
Houve interrupção de carga Alterar o cadastro operacional Houve transferência de carga Houve problema operacional
 Houve incidente na operação Houve erro de manobras Funcionamento RA: 3-Desarme sem sucesso 2ª tentativa

Fonte: [16].

Todas as subestações da Energisa Paraíba são automatizadas, portanto, é possível a realização de manobras remotas, bem como, a visualização de medições de tensão, corrente e potência em tempo real. Esta funcionalidade também é utilizada pelo autor no processo de análise de ressarcimentos. De posse da informação da subestação que atende a unidade consumidora solicitante, é possível acessar o sistema supervisor das subestações e extrair dados de medições de tensão nos barramentos ou equipamentos específicos, realizar a extração de alarmes acionados em horários próximos ao informado pelo solicitante.

Na Figura 13 é apresentado um exemplo de consulta ao sistema supervisor de uma subestação.

Figura 13 - Diagrama de subestação.



Fonte: [17].

Uma busca por religadores automáticos à montante da unidade consumidora também é realizada, pois, estes religadores também são automatizados e monitorados, e pode-se extrair um relatório de religamentos automáticos destes religadores no período informado pelo solicitante de ressarcimento de danos elétricos. Na Figura 14 é apresentada a tela de monitoramento de um religador automático.

Figura 14 - Tela de supervisão de religador.

NAVEG. DISTRIBUIÇÃO POLO SH JP

RELIGADOR - 17911

Supervisão de Telecomando

- NEUTRO BLOQUEADO
- RELIGAMENTO BLOQUEADO
- SENSITIVA TERRA BLOQUEADO
- CARTÃO DE SEGURANÇA ATIVADO
- GRUPO DE PROTEÇÃO A ATIVO
- GRUPO DE PROTEÇÃO B ATIVO
- GRUPO DE PROTEÇÃO C ATIVO
- PROTEÇÃO DESLIGADA (Modo Chave)
- CARGA VIVA ATIVADA
- PROT. CORR. EXCESSIVA BLOQUEADA
- PROT. FALTA DE FASE BLOQUEADA

ATUALIZADO EM: 11:30 / 11:35 / 11:40

AJUSTE DE PROTEÇÃO

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C
FASE	A	A	A
NEUTRO	A	A	A
SEF	20	20	20

Telecomando

ABRIR/FECHAR	BL / DBL NEUTRO
ATIVAR GRUPO PRT. A	BL / DBL RELIGAMENTO
ATIVAR GRUPO PRT. B	BL / DBL SENSITIVA
ATIVAR GRUPO PRT. C	CARTÃO DE SEGURANÇA
LIGAR / DESLIGAR PRT.	CARGA VIVA
PROT. CORR. EXCESSIVA	RESET CORRENTE DE FALTA
3L/DBL PROT. FALTA DE FASE	

RELIGADOR NULEC PTCC

RD COM TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA

Status da Comunicação: Rua Joaquim Pires Ferreira - Prox. Merc. Publico Mandacar BSA/CPX - L3/L5

Supervisão

- LOCAL
- REMOTO
- LOCKOUT
- FALHA MECÂNICA
- BLOQUEIO MECÂNICO
- DESGASTE CONTATOS
- STATUS DO RELIGADOR ALARMADO
- FALTA ALIMENTAÇÃO CA
- BATERIA BAIXA
- CONEXÃO COM CAPM
- PRESSÃO SEM ALARME
- ABERTURA ISOLADA
- FECHAMENTO ISOLADO
- COM TENSÃO BUCHA A
- COM TENSÃO BUCHA B
- COM TENSÃO BUCHA C

Numero de Série

Desgaste Contatos	99.3 %	99.4 %	99.4 %
Contador Oper	54.0		

Direção Fluxo: Lado Direto

Flags de Proteção

- PROT. FASE A PARTIDA FASE A
- PROT. FASE B PARTIDA FASE B
- PROT. FASE C PARTIDA FASE C
- PROT. NEUTRO PARTIDA NEUTRO
- PROT. SENS. TERRA PARTIDA SENS. TERRA
- PROT. FASE
- PROT. CORR. EXCESSIVA
- PROT. FALTA DE FASE

CORRENTES DE DEFEITO

FASE A	FASE B	FASE C	NEUTRO
0.0 A	0.0 A	0.0 A	0.0 A

Fonte: [17].

Note que, o conhecimento na área de engenharia elétrica é diariamente inerente as atividades referentes a análise de processos de ressarcimento, podendo destacar os seguintes pontos:

- Conhecimento de sistemas elétricos de distribuição de energia elétrica;
- Conhecimentos a respeito de transformadores monofásicos e trifásicos;
- Interpretação de diagramas elétricos de subestações;
- Conhecimento de perturbações do sistema elétrico, bem como, se estas perturbações podem ter causado o dano reclamado;
- Conhecimento de sistemas supervisórios de subestações elétricas;
- Conhecimento de equipamentos de proteção dos sistemas elétricos de distribuição;
- Conhecimento e interpretação do módulo 9.

Nesta seção, foram descritas as atividades realizadas pelo autor no setor de ressarcimentos de danos elétricos, onde atua na análise técnica das solicitações de ressarcimento. Para tanto, utilizando-se de conhecimentos técnicos relacionados a engenharia elétrica.

Na próxima seção, serão apresentadas as principais atividades realizadas no setor de qualidade do produto, onde o autor também possui atuação diária.

3.3. QUALIDADE DO PRODUTO

O setor de qualidade do produto é responsável por gerir todas as demandas referentes a qualidade da energia elétrica fornecida pela distribuidora. Neste setor, o autor deste documento atua principalmente nas seguintes frentes de trabalho:

- a) Análise de medições
- b) Solicitação de serviços
- c) Demandas de grandes clientes

Nas subseções seguintes, estas três principais frentes de trabalhos serão discutidas e exemplificadas através de casos reais analisados.

3.3.1. Análise de Medições

Esta atividade consiste em atender a reclamações de clientes referentes ao nível de tensão que a sua unidade consumidora está experimentando. Quando o cliente entra em contato

com o setor de atendimento é gerada uma ocorrência denominada “oscilação de tensão”. Nesta ocorrência, o cliente relata sobre os dias e horários que sua unidade consumidora experimenta níveis de tensão inadequadas, a coleta desta informação tem a finalidade de evitar um deslocamento improcedente das equipes de campo, tendo em vista que é comum que problemas relacionados a qualidade da energia tenham períodos de manifestação bem definidos, ou seja, é possível que ao receber a visita de uma equipe de campo na sua unidade consumidora o problema do cliente não seja constatado devido ao horário da visita não corresponder ao horário mais comum em que a perturbação no nível de tensão ocorre.

O Centro de Operação Integrado (COI) é o setor que recebe a ocorrência de oscilação de tensão e desloca uma equipe de campo para realizar o atendimento. Durante a inspeção a equipe de campo realiza duas medições instantâneas de tensão no ponto de conexão da unidade consumidora com a rede de distribuição, estas medições são separadas por um intervalo de cinco minutos. Uma vez detectada medições fora dos padrões estabelecidos no módulo 8 do PRODIST a equipe de campo faz o seguinte procedimento:

- 1) Realiza a substituição das conexões do ramal da unidade consumidora;
- 2) Reaperto de conexões da unidade consumidora até o transformador que a atende;
- 3) Realiza mais duas medições instantâneas intervaladas de cinco minutos;
- 4) Caso as tensões permaneçam fora dos padrões a equipe:
 - a. No mesmo instante cadastra via *smartphone* no sistema da empresa uma Ordem de Serviço (OS) de número 34, esta identificação caracteriza a abertura de um processo de qualidade do produto.
 - b. Entrega um formulário ao cliente contendo um resumo do atendimento e informando-o da constatação, ou não, de um problema na qualidade da energia fornecida pela distribuidora.

As atividades do autor deste texto iniciam-se com a chegada do processo ao setor de qualidade do produto. Neste momento, o responsável pela análise gera através do Sistema de Atendimento (SIATT) uma ordem de serviço de instalação de equipamento de medição para a unidade consumidora reclamante e para o transformador que a atende, a intenção de medir também a saída do transformador é ter ação proativa em relação ao carregamento deste transformador ou a uma futura possível alteração de tap. Os equipamentos de medição utilizados pela Energisa Paraíba para estes casos são analisadores de energia majoritariamente da marca RMS e modelo MARH, um equipamento desse tipo é ilustrado na Figura 15.

O analisador de energia instalado a pedido do técnico responsável pela análise fica instalado por um período mínimo de sete dias, para que o resultado da medição tenha valor

perante a ANEEL, é necessário que se tenha ao fim da medição 1008 leituras válidas obtidas em intervalos consecutivos de 10 minutos cada [6].

Uma vez finalizado o período de medição é gerada uma ordem de serviço para a retirada do equipamento de medição. Este equipamento passará por um processo de descarga de seus registros, e o arquivo contendo a medição completa é recebido pelo técnico responsável no setor de qualidade do produto.

A empresa RMS, fabricante dos analisadores de energia utilizados, disponibiliza um *software* para a realização da análise da medição coletada chamado ANAWIN, este software é parametrizado conforme os valores de referência contidos no módulo 8 do PRODIST.

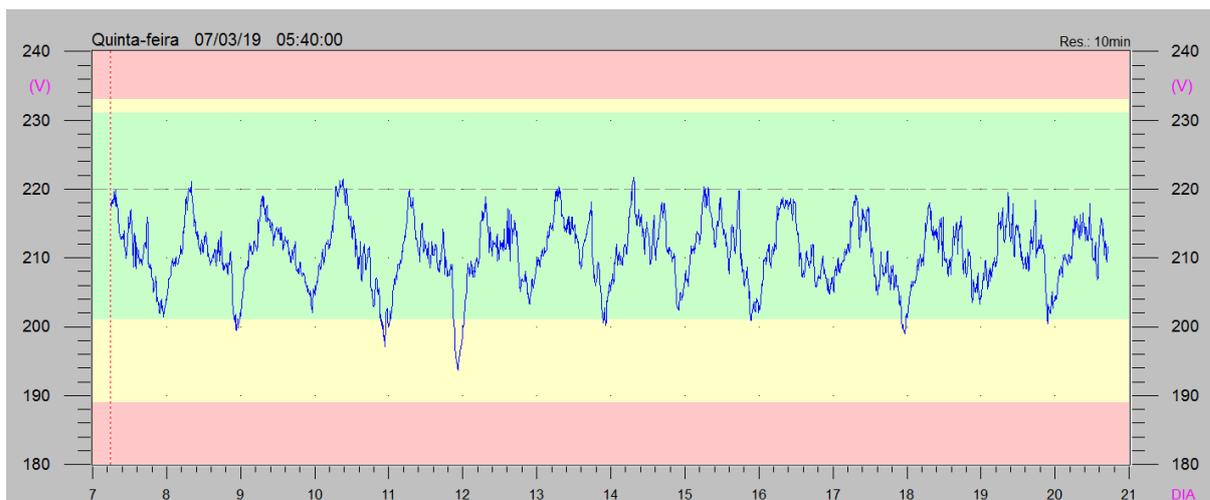
Figura 15 - Analisador de energia.



Fonte: [18].

Na Figura 16 é apresentada uma medição real recebida de uma unidade consumidora sendo analisada via ANAWIN, enquanto que na Figura 17 é mostrado um relatório simplificado gerado pelo ANAWIN contendo um resumo das informações referentes a medição analisada.

Figura 16 - Medição solicitada pós reclamação de cliente.



Fonte: [19].

Figura 17 - Relatório simplificado gerado pelo ANAWIN.

Leituras = 1020		Va
Abaixo Mínima	(0)	0.00%
Faltas Energia	(0)	0.00%
Variação Tensão	(12)	1.18%
vmt	(45)	4.41%
Expurgadas	(12)	1.18%
LEITURAS VÁLIDAS	(1008)	98.8%
Adequadas	(978)	97.0%
Precária Inferior	(30)	2.98%
Precária Superior	(0)	0.00%
Total (DRP)	(30)	2.98%
Crítica Inferior	(0)	0.00%
Crítica Superior	(0)	0.00%
Total (DRC)	(0)	0.00%
Tensão Média (V)		210.68
Tensão Máxima (V)		221.74
Hora-Data	07:20:00	14/03
Tensão Mínima (V)		193.71
Hora-Data	22:30:00	11/03
Consumo (kWh)		0.00
Inclui: Sábados	Domingos	Ferriados
		VMT

Fonte: [19].

As informações coletadas pela equipe de campo responsável pela instalação e retirada do equipamento de medição são de extrema importância para a tomada de decisão da equipe de qualidade do produto. O sistema utilizado permite que informações complementares sejam anexadas a medição. Na Figura 18 é mostrado um exemplo de informações adicionais inseridas como anexo a uma medição.

Figura 18 - Informações anexas a medição.

Descrições da Leitura

Observações:

POSTO 40143 - REINST

Comentários:

UC: 1687973
 DATA DE INSTALAÇÃO: 07/03/2019
 TIPO SOLICITAÇÃO: 270
 COMPONENTE: 40143
 POTENCIA DO TRAFÓ: 112,5 KVA
 CHAVE RECUADA: SIM
 BITOLA DA BT: CABO 1/0
 RAMAL DO CLIENTE: ALUMINIO
 FASE QUE ESTA LIGADA: A
 CABO DA BT: ALUMINIO
 GLV: SIM
 PARA RAIOS: SIM
 ATERRAMENTO: SIM

Fonte: [19].

A análise da medição consiste basicamente em:

- Inspeção de violação dos valores de referência para tensão previstos no PRODIST;
- Verificação dos indicadores da qualidade do produto (DRP e DRC) e se houve, ou não, violações destes;
- Análise do carregamento do transformador que atende à unidade consumidora;
- Análise da possibilidade de alteração de tap do transformador para adequação dos níveis de tensão.
- Estudo de possíveis soluções para o casos de violações dos níveis de tensão de referência.

3.3.2. Solicitação de Serviços

Após a análise da medição solicitada e detectado um problema na qualidade de energia, o técnico responsável realiza o cálculo de compensação financeira que o cliente deverá receber devido as violações dos indicadores de qualidade do produto. Este cálculo é realizado através de um aplicativo desenvolvido pela própria Energisa. A partir daí o cliente passará a receber esta compensação mensalmente (desconto na conta de energia elétrica), até a distribuidora solucionar o problema.

O técnico responsável pela análise deve realizar um estudo do caso, fazendo o levantamento das possíveis causas para o problema do cliente, bem como, listar e solicitar os serviços de manutenção que solucionarão o problema. Na Tabela 3 são apresentados os

problemas mais comuns verificados em campo e as respectivas ações corretivas comumente adotadas como solução para estes problemas.

Na Figura 19 é apresentada uma Solicitação de Serviço (SS) real gerada pelo autor deste documento, que visou solucionar um problema de níveis de tensão experimentados por determinada unidade consumidora. Já na Figura 20 é apresentado uma sugestão de divisão de área, onde o transformador atual atendia uma área muito extensa, o que estava causando transtornos aos clientes conectados no fim da rede.

Tabela 3 - Causas e soluções comuns em problemas de níveis de tensão.

Problemas detectados	Serviços de correção solicitados
Conexões danificadas	Refazer as conexões no trecho compreendido entre o transformador e o Ponto de Entrega (PDE)
Rede em estado precário	Substituição da rede de baixa tensão
Regulagem inadequada do tap do transformador	Alteração de tap
Transformador não instalado no centro de carga	Deslocamento do transformador para o centro de carga
Unidade consumidora muito distante do transformador	Estudo de divisão de área com instalação de um novo transformador

Fonte: próprio autor.

Após a realização dos serviços solicitados, o técnico responsável realiza a solicitação da reinstalação do equipamento de medição, a fim de verificar se as medidas corretivas adotadas resultaram, ou não, na solução do problema. Mais uma vez, a medição tanto do transformador que atende o cliente quanto do ponto de entrega da unidade consumidora serão analisadas. Caso seja constatado que as tensões ficaram dentro dos padrões estabelecidos pelo módulo 8 do PRODIST será cessada a compensação que estava sendo paga ao cliente e o processo de qualidade do produto será arquivado como solucionado. É possível que mesmo após as medidas corretivas adotadas pelo técnico responsável terem sido executadas, as medições pós serviços solicitados demonstrem que o problema não foi resolvido, nesta situação o procedimento adotado é o seguinte:

- a) Os valores dos indicadores de qualidade do produto DRP e DRC devem ser recalculados e o novo valor de compensação deverá ser atualizado para a unidade consumidora reclamante;
- b) O processo deverá ser enviado para os setores que tratam de ações corretivas na média tensão.
- c) O cliente deverá ser informado formalmente através de carta resposta do status atual do seu processo de qualidade do produto.

Figura 19 - Solicitação de serviço.

The screenshot displays a software interface for service request management. On the left, a tree view shows a hierarchy of service requests (SS) under 'Hierarquia de SS', with 'SS EPB-COEC-O 00176/2019(E)' selected. The main area on the right contains a form with the following fields:

Espécies		Famílias	
TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO ENER	
Instalações	Localização	Complemento	
ITO-L3	45528	27-236221528	
Ativos	DataAbertura	Término	
TD.0135253-3	22/03/2019 16:21		
DataOcorrência	Data/Hora Limite	OSNumero	
22/03/2019 16:21	23/03/2019 16:21		
SS-Estados	Descrição do Motivo		
SS PENDENTE			
Órgão	SolicNome		
DCMD	JEFFERSON RAFAEL PEREIRA DE AS		
Descrição			
ALTERAR TAP DO TRAF0 45528 PARA (+1). REFAZER TODAS AS CONEXÕES DA UC 1461418 ATÉ O TRAF0. REINSTALAR EQUIPAMENTO TRAF0 E PDE.			

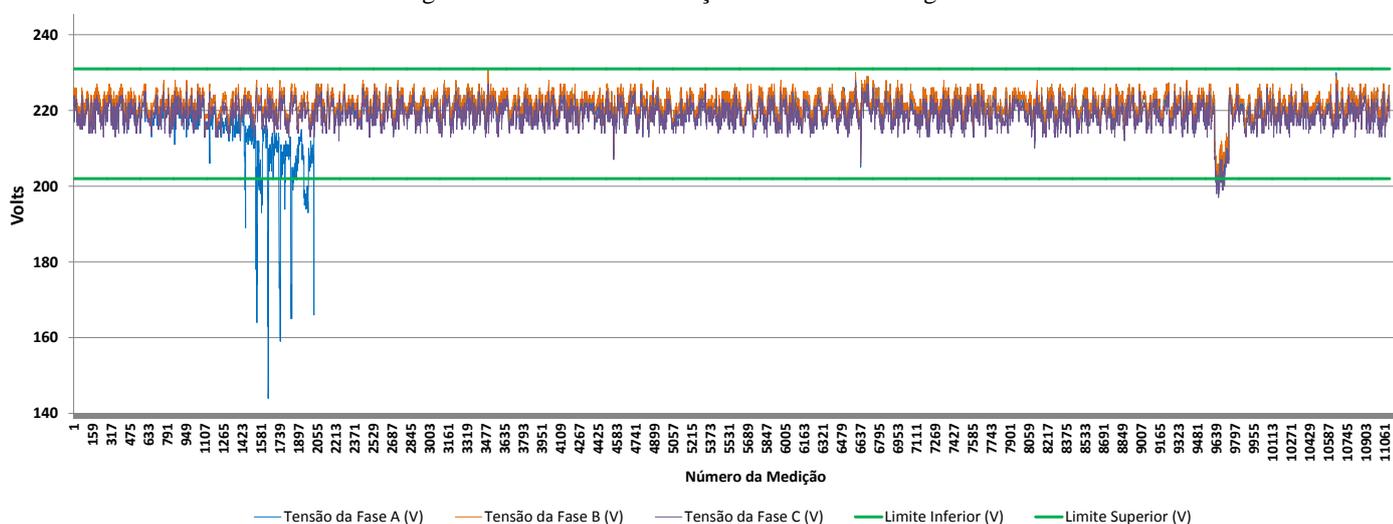
At the bottom of the interface, there is a toolbar with the following buttons: Criar SS, Editar SS, Visualizar OSExec, Atender SS, Cancelar SS, Visualizar OS, Criar OS, Editar OS, Detalhe Evento, and Detalhe SS.

Fonte: [20].

gerenciamento da rede elétrica da distribuidora, bem como, pelos sistemas supervisórios das subestações e das medições remotas.

A priori, o primeiro passo é buscar dados das medições remotas do reclamante (todo grande cliente possui medição remota), a extração das medições efetuadas no período reclamado geram um banco de dados que servirá como base para a elaboração de um gráficos que poderão auxiliar no entendimento do evento ocorrido. Um exemplo de gráfico confeccionado a partir de dados extraídos do sistema de medição remota de um grande cliente da Energisa Paraíba para é mostrado na Figura 21.

Figura 21 - Gráfico de medição de tensão de um grande cliente.



Fonte: próprio autor.

Uma vez detectada alguma anomalia no fornecimento de tensão ao grande cliente, é hora de buscar a causa desta perturbação. As causas mais comuns são:

- Atuação de religadores automáticos à montante da unidade consumidora;
- Descargas atmosféricas;
- Eventos na subestação que atende à unidade consumidora;
- Eventos no Sistema Elétrico interligado;
- Transferências de cargas à montante da unidade consumidora;
- Atuação de dispositivos de proteção à montante da unidade consumidora;
- Serviços de manutenção programados, ou não, no alimentador que atende a unidade consumidora;
- Problemas internos à unidade consumidora.

Na Figura 22 é mostrada uma tela do sistema de alarmes de equipamentos do supervisório utilizado na Energisa Paraíba, este sistema é um insumo fundamental para a conclusão do parecer técnico retornado para reclamações oriundas de grandes clientes. É possível por exemplo, através do sistema supervisório realizar a extração dos eventos de abertura e fechamento de equipamentos telecomandados, tratar os dados coletados e gerar um resumo dos eventos de interesse.

Figura 22 - Tela de extração de alarmes de equipamentos.

Horário	Empresa	Região	SE	Descrição	Estado
05/02/19 19:16:19:755	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Normal
05/02/19 19:16:19:755	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Normal
05/02/19 19:16:19:722	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Alarmado
05/02/19 19:16:19:718	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Alarmado
05/02/19 18:58:48:870	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3 RD_89615 - Bucha Ci	Com Tensao
05/02/19 18:58:48:870	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3 RD_89615 - Bucha Bi	Com Tensao
05/02/19 18:58:48:870	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3 RD_89615 - Bucha Ai	Com Tensao
05/02/19 18:58:46:098	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SJC_RD_89615 - Corrente de Falta Neutro	135
05/02/19 18:58:46:098	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SJC_RD_89615 - Corrente de Falta Fase B	137
05/02/19 18:58:44:607	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Normal
05/02/19 18:58:44:599	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Normal
05/02/19 18:58:44:532	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Alarmado
05/02/19 18:58:44:524	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Alarmado
05/02/19 18:58:44:415	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Normal
05/02/19 18:58:44:390	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Normal
05/02/19 18:58:44:003	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Alarmado
05/02/19 18:58:43:995	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Alarmado
05/02/19 18:58:43:960	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3 RD_89615 - Equipamento	Fechado
05/02/19 18:58:43:060	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3 RD_89615 - Bucha Ci	Sem Tensao
05/02/19 18:58:43:060	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3 RD_89615 - Bucha Bi	Sem Tensao
05/02/19 18:58:43:060	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3 RD_89615 - Bucha Ai	Sem Tensao
05/02/19 18:58:38:880	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3 RD_89615 - Equipamento	Aberto
05/02/19 18:58:38:850	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3 RD_89615 - Pickup de Neutro Ultrapa	Atuado
05/02/19 18:58:38:726	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Normal
05/02/19 18:58:38:718	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Normal
05/02/19 18:58:38:660	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Alarmado
05/02/19 18:58:38:651	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Alarmado
05/02/19 18:57:56:063	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Normal
05/02/19 18:57:56:012	EPB	MALHA_OESTE	SPX-RADIO	SPX/L3/ RD_94046 - Partida Sobrecorrente Fa	Alarmado
05/02/19 18:08:45:374	EPB	MALHA_OESTE	SPX	Barra 13.8 kV - Tensao CA - Limite Inferior	13.88
05/02/19 18:08:45:374	EPB	MALHA_OESTE	SPX	Barra 13.8 kV - Tensao BC - Limite Inferior	14.00

Fonte: [17].

A extração de dados gera um conjunto denso de informações. É comum que a reclamação de grandes clientes tenha um período bem definido, sendo assim, é necessário fazer o tratamento dos dados coletados a fim de deixá-los mais intuitivos. Um exemplo de resumo fruto de uma extração realizada a partir de dados análogos aos apresentados na Figura 22 para um religador automático é mostrado na Figura 23.

Um caminho paralelo para buscar a causa raiz da reclamação sobre a qualidade da energia em grandes clientes é a busca de registros de eventos ocorridos a níveis de transmissão. Um exemplo de registro desse tipo é mostrado na Figura 24.

Figura 23 - Resumo de eventos em período definido para um religador automático.

UC 5/XXXXXX	
Mês/Data/Hora do Evento	Quantidade de Eventos
☐ Janeiro	34
☐ 15/01/19	15
☐ 21L8 - Aberto/Fechado	15
18:23:43	1
18:23:44	2
18:24:26	1
18:57:17	2
18:57:30	1
22:58:24	3
22:58:31	1
23:01:03	1
23:01:04	2
23:01:12	1

Fonte: próprio autor.

Figura 24 - Ocorrência a nível de transmissão.

Ocorrência: 147/2019

Ocorrência | Informação à Operação | Informação à Manutenção | Informações ao COD | Deslocamento de Equipes | Manobras

Início: 02/03/2019 17:00:25 Fim: 02/03/2019 17:00:25 Situação: ENCERRADA

Instalação 1: REDE BÁSICA Instalação 2:

Equipamento 1: SIN Equipamento 2:

Equip. Desenerg.: Tensão do Equip. Desenergizado:

Tipo Ocorrência 1: OSCILAÇÃO DE TENSÃO Tipo Ocorrência 2:

Corrente CC/Defeito 1: Corrente CC/Defeito 2:

Proteção Atuada 1: Proteção Atuada 2:

Localizador de Falta 1: (km) Localizador de Falta 2: (km)

Causa: MO - Ocorrência no SIN

Resumo: VTCD devido desligamento total da SE CEARA MIRIM II do agente EXTREMOZ TRANSMISSORA DO NORDESTE. Causa queda de cabo para raio sobre a barra de 500KV. Ocorreu variação de tensão nos regionais MRD/SRD/GNN/CGD/PLD/STD, CHESF não informou os níveis de variação.

Fonte: [16]

Por fim, após a constatação da causa raiz da perturbação reclamada, o responsável deve preparar uma resposta simplificada que será enviada ao setor de grandes clientes, e este fará a comunicação formal ao reclamante, informando quais os eventos ocorridos na rede elétrica que justificam a perturbação experimentada pela sua unidade consumidora.

Nesta seção, foram descritas as principais atribuições do autor no setor de qualidade do produto da Energisa Paraíba. Todas as atividades relatadas aqui, mostraram exigir conhecimentos alinhados ao curso de graduação em engenharia elétrica, podendo destacar sobretudo:

- Conhecimento, interpretação e análise dos fenômenos que afetam a qualidade do produto;
- Conhecimento, interpretação e análise de indicadores da qualidade do produto;
- Conhecimento de soluções técnicas aplicadas a problemas de qualidade da energia elétrica fornecida pela distribuidora;
- Conhecimento do sistema elétrico de distribuição;
- Conhecimento de subestações;
- Conhecimentos de equipamentos de proteção de sistemas elétricos de potência;
- Conhecimentos de extração, interpretação e conclusão de dados extraídos via sistema supervisorio da rede elétrica da distribuidora;
- Conhecimento e interpretação do módulo 8 do PRODIST.

No próximo capítulo será feito um apanhado geral de todas as atividades apresentadas ao longo deste texto, bem como, destacadas as principais conclusões e comentários gerais.

4. CONCLUSÕES

Ao longo deste trabalho foram apresentadas as principais atividades profissionais desenvolvidas pelo autor na Energisa Paraíba, onde atua como Técnico de Operação do Sistema de Departamento de Operação.

A atuação no setor de ressarcimento de danos elétricos e de qualidade do produto demandam a utilização de uma gama de conhecimentos do universo da engenharia elétrica. Diversos temas estudados ao longo do curso de graduação em engenharia elétrica são postos em prática diariamente durante as atividades profissionais exercidas em ambos setores, podendo-se destacar:

- Qualidade de energia;
- Técnicas de medição;
- Conversão de energia;
- Instalações elétricas;
- Sistemas elétricos;
- Gestão Energética;
- Equipamentos elétricos;
- Distribuição de energia elétrica;
- Subestações;
- Legislação do setor elétrico;
- Sistemas supervisórios.

Todas as atividades profissionais desenvolvidas pelo autor demandam desde conhecimento técnico sobre vários temas da engenharia elétrica, até a coleta, análise, interpretação e tratamento de dados e informações a respeito de eventos ocorridos no sistema de distribuição da concessionária. Além disso, o processo de tomada de decisão a respeito de como solucionar os problemas tratados oriundos da utilização da rede baseado nos insumos disponíveis, faz parte do dia a dia das atribuições do autor. Estas características endossam a conclusão de que todas as atividades profissionais descritas neste trabalho condizem com as atribuições típicas de um engenheiro eletricista.

Sem dúvidas, a atuação profissional desempenhada forma um elo de ligação sólido entre a teoria estudada em sala de aula e a prática. Contribuindo de forma significativa para a qualidade da formação acadêmica, profissional e pessoal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ENERGISA. **Sobre a Energisa**.
Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/institucional/Paginas/sobre-energisa.aspx>>
Acesso em: 07 mar. 2019.
- [2] UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. **Resolução nº 16/2015**.
- [3] ANEEL. **Regulação dos Serviços de Distribuição**.
Disponível em: <<http://aneel.gov.br/regulacao-da-distribuicao>>
Acessado em: 9 mar. 2019.
- [4] PUERTAS, H., NOGUEIRA, C. A. M., [S.I], 1987. **Sistemas de distribuição de energia elétrica**.
- [5] FERNANDES, D. A., **Um Restaurador Dinâmico de Tensão para Correções de Variações de Tensão de Curta Duração em Redes Elétricas Trifásicas**. Tese de doutorado, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.
- [6] ANEEL. [S.I], 2018. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), Módulo 8 – Qualidade de Energia Elétrica**.
- [7] ASSIS, J. R. P., **Operação de um Inversor de Tensão de Nove Chaves para Atuação de Sistema Fotovoltaico e Compensador Série Integrados**. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.
- [8] MAMEDE, D. R., **Proteção de Sistemas Elétricos de Potência**. GEN/LTC.
- [9] ELETROTEL. **Chave Fusível Tipo XS 100 A 15 kV**. Disponível em:
<<http://www.eletrotelro.com.br/CHAVE-FUSIVEL-TIPO-XS-100A-15KV/prod-590788/>>
Acessado em: 12 mar. 2019.

- [10] SIEMENS. **Disjuntor a Vácuo SION**. Disponível em:
<<https://w3.siemens.com.br/home/br/sion/pages/sion.aspx>>
Acessado em: 12 mar. 2019.
- [11] ECIL ENERGIA. **Religador 3AD Siemens**. Disponível em:
<<http://www.ecilenergia.com.br/download/Religador%20-%20AR-1000-36kV.pdf>>
Acessado em: 12 mar. 2019.
- [12] DLIGHT. **Chave Seccionadora Tripolar**. Disponível em:
<<http://www.dlight.com.br/produtos/chave-seccionadora-tripolar-com-carga-com-base>>
Acessado em: 12 mar. 2019.
- [13] ANEEL. [S.1], 2018. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), Módulo 9 – Ressarcimento de Danos Elétricos**.
- [14] ENERGISA. [S.1], 2019. **Sistema de Controle de Danos Elétricos**.
- [15] ENERGISA. [S.1], 2019. **Sistema de Gerenciamento da Distribuição**.
- [16] ENERGISA. [S.1], 2019. **Sistema de Gerenciamento da Operação da Transmissão**.
- [17] ENERGISA. [S.1], 2019. **Sistema Supervisório**.
- [18] RMS SISTEMAS ELETRÔNICOS. **MARH-VI4 Analisador de Energia**. Disponível em:
<[http://www.rms.ind.br/produtos/marh-vi4---analisador-de-energia---atende-prodist-8,-revisao-7-e-prodist-8,-revisao-10-\(procedimentos-e-precisao-segundo-iec-61000-4-30,-tensao-em-regime-permanente,-10-minutos\)---4-fios---ip65---gprs-opcional/70](http://www.rms.ind.br/produtos/marh-vi4---analisador-de-energia---atende-prodist-8,-revisao-7-e-prodist-8,-revisao-10-(procedimentos-e-precisao-segundo-iec-61000-4-30,-tensao-em-regime-permanente,-10-minutos)---4-fios---ip65---gprs-opcional/70)>
Acessado em: 12 mar. 2019.
- [19] RMS SISTEMAS ELETRÔNICOS. [S.1], 2019. **ANAWIN**.
- [20] ENERGISA. [S.1], 2019. **Sistema de Gerenciamento da Manutenção**.