



Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica  
Departamento de Engenharia Elétrica

Lucas Vinícios Oliveira Filgueiras

## **Trabalho de Conclusão de Curso**

# **Formação e Competência do Engenheiro Eletricista - Análise Sistêmica**

Campina Grande - PB

Março de 2018

Lucas Vinícios Oliveira Filgueiras

## **Trabalho de Conclusão de Curso**

### **Formação e Competência do Engenheiro Eletricista - Análise Sistêmica**

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação de Curso de Graduação de En-  
genharia Elétrica da Universidade Federal de  
Campina Grande como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção do grau de Ba-  
charel em Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica.

Orientador: Talvanes Meneses Oliveira

Campina Grande - PB

Março de 2018

Lucas Vinícios Oliveira Filgueiras

## **Trabalho de Conclusão de Curso**

### **Formação e Competência do Engenheiro Eletricista - Análise Sistêmica**

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação de Curso de Graduação de En-  
genharia Elétrica da Universidade Federal de  
Campina Grande como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção do grau de Ba-  
charel em Engenharia Elétrica.*

Trabalho aprovado em: Campina Grande - PB,     /     /

---

**Talvanes Meneses Oliveira,**  
**UFCG**  
Professor Orientador

---

**Damásio Fernandes Junior,**  
**UFCG**  
Professor Avaliador

Campina Grande - PB  
Março de 2018

Dedico este trabalho à minha bisavó Francisca que representa uma pessoa íntegra e de um vigor admirável sendo grande responsável pela formação do meu caráter e amadurecimento pessoal.

# Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, que nunca mediram esforços ao fazer da educação dos seus filhos uma prioridade. Por terem sido sempre o ombro amigo na hora do desalento e a voz sábia no momento da dúvida. Por nunca terem desistido e sempre lutado pelos seus.

Agradeço à minha família pelo porto seguro que representam na certeza de que nunca conhecerei a solidão.

Agradeço à Dany por ter sido minha âncora nos momentos mais difíceis, compartilhando lágrimas e sorrisos. Por ser minha cúmplice, além de namorada, que com sua candura e afago detém meu coração.

Agradeço aos amigos que foram essenciais nessa caminhada, auxiliando no meu amadurecimento e no conhecimento das coisas "mundanas". Aos amigos feitos em Campina Grande por terem dividido os bônus e ônus de morar longe de casa e pela certeza de que seremos eternos colegas de profissão.

Agradeço ao professor Talvanes que mais do que orientador deste trabalho se tornou amigo e confidente. Pela sua imensa compreensão das adversidades ocorridas neste final de graduação.

Agradeço aos funcionários Tchai, Adail e Zé e ao professor Damásio pela amizade e apoio durante esses anos e por sempre atenderem aos alunos da melhor maneira possível.

“O verdadeiro homem  
mede a sua força,  
quando se defronta  
com o obstáculo.”

Antoine de Saint-Exupéry

# Resumo

A interdependência entre as áreas de atuação da engenharia elétrica está cada vez maior. Devido a isso é feito um estudo sobre as competências e conhecimentos que o profissional engenheiro deve ter para ser bem sucedido em sua carreira. Para tanto, as atividades de um engenheiro eletricista em uma empresa de distribuição de energia são expostas em defesa de uma formação generalista e multidisciplinar deste profissional. Por fim, outras esferas de atuação do engenheiro são exemplificadas para que se corrobore o ponto de vista deste trabalho.

**Palavras-chave:** Engenheiro, Formação, Multidisciplinaridade, Competências.

# Abstract

The interdependence between the areas of electrical engineering is increasing. Thus, it's done a study of the skills and knowledge required by the professional engineer to be successful in his or her career. Therefore, the activities of an electrician engineer in an energy distribution company are exposed in defense of a generalist and multidisciplinary graduation for this professional. Finally, other spheres of action of the engineer are exemplified in order to corroborate this work's point of view.

**Keywords:** Engineer, Graduation, multidisciplinary, Skills.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Organograma. . . . .	24
Figura 2 – Polos da Energisa Paraíba Centro e Energisa Borborema. . . . .	28

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Ordens de serviço executadas pelo DEOP. . . . .	32
--	----

# Lista de abreviaturas e siglas

CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
GD	Geração Distribuída
NDU	Norma de Distribuição Unificada
ANEEL	Agência Nacional de Engenharia Elétrica
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
CELB	Companhia Energética da Borborema
SAELPA	Sociedade Anônima de Eltrificação da Paraíba
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
DIC	Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão
FIC	Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
DECP	Departamento de Combate às Perdas
DMT	Departamento de Manutenção da Transmissão
DESC	Departamento de Serviços Comerciais
DEOP	Departamento de Operações
DCMD	Departamento de Manutenção e Manutenção da Distribuição
COI	Centro de Operação Integrada
CPOP	Coordenação de Planejamento Operacional
COEC	Coordenação de Operação das Equipes de Campo
CGP	Coordenação de Gestão de Processos
OS	Ordem de Serviço

PRE	Procedimento de Execução
PRO	Procedimento Operacional
SE	Subestação
LAP	Logística de Alta Performance
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
SIGOD	Sistema de Gestão da Operação da Distribuição
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IEMI	Instituto Eletrotécnico e Mecânico de Itajubá
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
CES	Câmara de Educação Superior
CNE	Conselho Nacional de Educação
GD	Geração Distribuída
IES	Instituição de Ensino Superior

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	Objetivos	13
1.1.1	Objetivos gerais	13
1.1.2	Objetivos específicos	14
1.2	Organização do Trabalho	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>15</b>
2.1	Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia	15
2.2	A Engenharia Elétrica	16
2.3	Atribuições de um Engenheiro Eletricista	17
2.4	Lei de Concessão	19
2.5	Distribuidora de Energia Elétrica no Estado da Paraíba	20
2.5.1	Indicadores de qualidade	21
2.6	Energisa Distribuidora	23
2.6.1	Estrutura organizacional	24
2.7	Departamento de Operações (DEOP)	25
2.8	Coordenação de Operação das Equipes de Campo (COEC)	26
2.9	COEC Centro	27
<b>3</b>	<b>SERVIÇOS TÉCNICOS E COMERCIAIS</b>	<b>29</b>
3.1	Normas de Distribuição Unificadas (NDU)	29
3.2	PRE e PRO	30
3.3	Ordens de Serviço	31
<b>4</b>	<b>FORMAÇÃO GENERALISTA DO ENGENHEIRO ELETRICISTA</b>	<b>33</b>
4.1	Formação Técnica Generalista	33
4.1.1	Subestações teleassistidas	33
4.1.2	Sistemas de proteção	34
4.1.3	Microgeração distribuída	36
4.2	Formação Humanista	37
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>39</b>
	<b>Conclusão</b>	<b>39</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>40</b>

# 1 INTRODUÇÃO

As engenharias da área da eletricidade vêm absorvendo cada vez mais informações com o avanço tecnológico incessante na atualidade. Devido ao aumento gradual de informações fica cada vez mais difícil separar, efetivamente, essas engenharias umas das outras.

A engenharia elétrica pode ser ramificada basicamente em quatro áreas de atuação, são elas: a eletrotécnica; a eletrônica; o controle e automação e a telecomunicações. Porém, mesmo com esse desmembramento, todas as áreas de atuação estão interligadas entre si, cabendo ao engenheiro eletricista uma formação generalista, tanto do ponto de vista técnico como do ponto de vista social e humanista como vai ser percorrido ao longo deste trabalho.

Atualmente, as disciplinas nos cursos de engenharia elétrica são, na maioria das vezes, apresentadas aos alunos de forma dissociada uma das outras. Em oposição a isto está o futuro do aluno de engenharia: as áreas integralizadas, os equipamentos utilizando diferentes tecnologias e profissionais de setores diferentes trocando informações (COTOSCK, 2007).

Tomando como exemplo uma empresa de distribuição de energia, as atividades e competências que podem ser atribuídas a um engenheiro eletricista são inúmeras. Elas compreendem setores que vão desde a mão de obra técnica propriamente dita, passando pela supervisão de atividades técnicas até chegar nas coordenações, gerências e diretorias de setores inteiros.

A motivação deste trabalho deu-se devido ao grande número de funções e competências que podem ser atribuídas aos engenheiros eletricistas, exigindo uma formação sólida e completa do profissional.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivos gerais

Este trabalho tem como objetivo defender a necessidade de uma formação sólida, completa e generalista para os engenheiros eletricistas. Para tanto, a exposição dos cargos que possam ser ocupados por esses profissionais e da complexidade das estruturas empresariais faz-se necessária para explicar a razão deste posicionamento.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Além disso, são dados alguns exemplos de diferentes esferas de atuação desse profissional explicitando todos os conhecimentos necessários para que o seu desempenho seja satisfatório. Esta exposição corrobora a ideia por trás deste trabalho.

## 1.2 Organização do Trabalho

Além deste capítulo, o trabalho está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 2: Fundamentação Teórica. Neste capítulo são apresentados os temas relevantes para o desenvolvimento do trabalho, além da estrutura organizacional e administrativa de uma empresa de distribuição de energia elétrica.
- Capítulo 3: Serviços Técnicos e Comerciais. Neste capítulo são descritas as funções e competências de um engenheiro eletricista em uma empresa de distribuição de energia elétrica.
- Capítulo 4: Formação Generalista do Engenheiro Eletricista. Aqui é ratificada a importância e necessidade de uma formação generalista do profissional engenheiro.
- Capítulo 5: Conclusão. são apresentadas as conclusões sobre o trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o desenvolvimento deste trabalho, o aprofundamento de alguns temas faz-se necessário, e desse modo será apresentada neste capítulo uma descrição das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos Cursos de Graduação em Engenharia, das atividades realizadas por engenheiros eletricitistas e da organização administrativa de uma empresa de distribuição de energia elétrica.

### 2.1 Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia

A resolução nº 11/2002, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE), explicita as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia e define os princípios, fundamentos, condições e procedimentos para formação de engenheiros.

De acordo com essa resolução, os engenheiros formados nas Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras devem estar aptos a realizar as seguintes competências e ter habilidades gerais de modo a:

- I Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- II Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- III Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- IV Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- V Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- VI Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- VII Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- VIII Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- IX Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- X Atuar em equipes multidisciplinares;
- XI Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;

XII Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;

XIII Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;

XIV Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Fica exposto que para a observância das competências e habilidades de um engenheiro, há a necessidade da formação de um profissional generalista, humanista, reflexivo e com um senso crítico apurado. Os engenheiros devem estar capacitados a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação de problemas e suas respectivas soluções. O engenheiro deve também considerar os aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais do meio em que está inserido e atender as demandas da sociedade com visão ética e humanista.

Dessa forma, cabe ao conselho de classe regional estabelecer as atribuições dos engenheiros e suas respectivas responsabilidades técnicas e sociais. Para tanto, em nível nacional, o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) discrimina, na resolução nº 218/1973, as atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

## 2.2 A Engenharia Elétrica

Os estudos pioneiros sobre eletricidade são desenvolvidos desde a antiguidade grega. Tales de Mileto, no século VII ac, identificou as propriedades de atração e repulsão oriundas do atrito entre diferentes materiais, dando um pontapé inicial para os estudos sobre o magnetismo.

Porém, apenas em 1752 surgiu a primeira aplicação prática dos estudos pioneiros de eletricidade: o pára-raios. Criado por Benjamin Franklin, o pára-raios é considerado o marco inicial no desenvolvimento da Engenharia Elétrica. Em 1800, a primeira bateria de zinco e chapas de cobre são construídas por Alessandro Volta e, 78 anos depois, Thomas Edison inventa a lâmpada elétrica.

No Brasil, em 23 de novembro de 1913, Theodomiro Santiago fundou a primeira escola de Engenharia Elétrica da América do Sul, conhecida como Instituto Eletrotécnico e Mecânico de Itajubá (IEMI). Deu-se então o primeiro passo para o estudo e produção científica desse ramo da engenharia no país.

A revolução tecnológica ocorrida na segunda metade do século XX, tida como a terceira revolução industrial, foi marcada pelo surgimento da eletrônica analógica e digital e dos sistemas de telecomunicações avançados. Grandes saltos foram dados pela humanidade devido às inovações tecnológicas que foram feitas desde então.

A partir daí a engenharia elétrica veio a absorver diversas áreas de atuação e atualmente abrange inúmeras especializações, porém nenhuma independente da outra. A eletrotécnica, forma ancestral dos estudos de eletricidade, passou a dividir o cenário com outros setores tecnológicos. São eles, basicamente, a eletrônica, a automação e controle e as telecomunicações.

A especialização em eletrotécnica trata, principalmente, da energia elétrica propriamente dita. Os especialistas dessa área projetam e constroem usinas de geração, linhas de transmissão e redes de distribuição. Além disso, o planejamento e a operação contínua do sistema elétrico é de responsabilidade dessa área de atuação. A geração de energia com fontes renováveis aquece o mercado para este setor.

A eletrônica surgiu com a invenção da válvula e tomou força com a chegada do transistor em 1947. A microeletrônica é responsável por projetar, fabricar e testar circuitos integrados (chips) destinados tanto a sistemas de computação e telefonia, quanto a sistemas de aquisição e transmissão de dados. Já a eletrônica industrial visa aumentar a eficiência energética de dispositivos, equipamentos e máquinas elétricas.

O controle e automação é responsável por controlar plantas e processos industriais, otimizando-os, além de automatizá-los, exigindo uma mão de obra humana cada vez mais qualificada no cenário industrial. A robótica e os estudos de inteligência artificial são os protagonistas dos pesquisadores deste ramo.

O engenheiro eletricista especialista na área de telecomunicações é responsável por desenvolver serviços de expansão de telefonia e de transmissão de dados por imagem e som. Projetar e construir sistemas e equipamentos para telefonia, radiodifusão, redes de comunicação de dados e de processamento digital de sinais. A invenção da fibra ótica revolucionou este ramo da engenharia elétrica.

Mesmo havendo uma distribuição da engenharia elétrica em diversas áreas de atuação, todas elas estão interligadas. Por isso, uma formação generalista se faz necessária para que se prepare profissionais diferenciados e com conhecimentos sólidos. Os engenheiros eletricistas com uma visão geral sobre todos os seus campos de atuação será capaz de enfrentar qualquer adversidade que possa surgir.

## 2.3 Atribuições de um Engenheiro Eletricista

Segundo o artigo 8º da resolução nº 218/1973, do CONFEA, compete ao engenheiro eletricista ou ao engenheiro eletricista, modalidade eletrotécnica, o desempenho das atividades 01 a 18, listadas a seguir, referentes à geração, transmissão, distribuição e utilização da energia elétrica; equipamentos, materiais e máquinas elétricas; sistemas de medição e controle elétricos; seus serviços afins e correlatos.

Já segundo o artigo 9º da resolução nº 218, 1973, do CONFEA, compete ao engenheiro eletrônico ou ao engenheiro eletricitista, modalidade eletrônica ou ao engenheiro de comunicações, o desempenho das atividades 01 a 18, listadas a seguir, referentes a materiais elétricos e eletrônicos; equipamentos eletrônicos em geral; sistemas de comunicações e telecomunicações; sistemas de medição e controle elétrico e eletrônico; seus serviços afins e correlatos.

As atividades de responsabilidade do engenheiro eletricitista, de acordo com o artigo 1º dessa resolução são:

- Atividade 01: Supervisão, coordenação e orientação técnica;
- Atividade 02: Estudo, planejamento, projeto e especificação;
- Atividade 03: Estudo de viabilidade técnico-econômica;
- Atividade 04: Assistência, assessoria e consultoria;
- Atividade 05: Direção de obra e serviço técnico;
- Atividade 06: Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;
- Atividade 07: Desempenho de cargo e função técnica;
- Atividade 08: Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão;
- Atividade 09: Elaboração de orçamento;
- Atividade 10: Padronização, mensuração e controle de qualidade;
- Atividade 11: Execução de obra e serviço técnico;
- Atividade 12: Fiscalização de obra e serviço técnico;
- Atividade 13: Produção técnica e especializada;
- Atividade 14: Condução de trabalho técnico;
- Atividade 15: Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
- Atividade 16: Execução de instalação, montagem e reparo;
- Atividade 17: Operação e manutenção de equipamento e instalação;
- Atividade 18: Execução de desenho técnico.

Ainda com base na resolução nº 218, 1973, o artigo 25º preconiza que nenhum profissional poderá desempenhar atividades além daquelas que lhe competem, pelas características de seu currículo escolar, consideradas em cada caso, apenas, as disciplinas que contribuem para a graduação profissional, salvo outras que lhe sejam acrescentadas em curso de pós-graduação, na mesma modalidade.

## 2.4 Lei de Concessão

As concessões de serviços públicos e de obras públicas e as permissões de serviços públicos são regidas pelos termos do artigo 175 da Constituição Federal, pela lei nº 8.987/95, pelas normas legais pertinentes e pelas cláusulas dos indispensáveis contratos.

Dito isso, para que uma empresa privada tenha a permissão de realizar um serviço de cunho público, como a distribuição de energia elétrica, ela deve participar de um processo licitatório nos termos da legislação própria e com observância dos princípios da legalidade, moralidade, publicidade, igualdade, do julgamento por critérios objetivos e da vinculação ao instrumento convocatório.

No julgamento da licitação será considerado um dos seguintes critérios:

- I O menor valor da tarifa do serviço público a ser prestado;
- II A maior oferta, nos casos de pagamento ao poder concedente pela outorga de concessão;
- III A combinação dos critérios referidos nos itens I e II.

Uma vez vencido o processo licitatório, firma-se um contrato entre o poder concedente e a concessionária, com base na legislação vigente e abrangendo, obrigatoriamente as seguintes cláusulas relativas:

- I ao objeto, à área e ao prazo da concessão;
- II ao modo, forma e condições de prestação do serviço;
- III aos critérios, indicadores, fórmulas e parâmetros definidores da qualidade do serviço;
- IV ao preço do serviço e aos critérios e procedimentos para o reajuste e a revisão das tarifas;
- V aos direitos, garantias e obrigações do poder concedente e da concessionária, inclusive os relacionados às previsíveis necessidades de futura alteração e expansão do serviço e conseqüente modernização, aperfeiçoamento e ampliação dos equipamentos e das instalações;

- VI aos direitos e deveres dos usuários para obtenção e utilização do serviço;
- VII à forma de fiscalização das instalações, dos equipamentos, dos métodos e práticas de execução do serviço, bem como a indicação dos órgãos competentes para exercê-la;
- VIII às penalidades contratuais e administrativas a que se sujeita a concessionária e sua forma de aplicação;
- IX aos casos de extinção da concessão;
- X aos bens reversíveis;
- XI aos critérios para o cálculo e a forma de pagamento das indenizações devidas à concessionária, quando for o caso;
- XII às condições para prorrogação do contrato;
- XIII à obrigatoriedade, forma e periodicidade da prestação de contas da concessionária ao poder concedente;
- XIV à exigência da publicação de demonstrações financeiras periódicas da concessionária;
- e
- XV ao foro e ao modo amigável de solução das divergências contratuais.

No que diz respeito às concessões de transmissão e distribuição da energia elétrica, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é a agência responsável por firmar o contrato com as empresas prestadoras dos referidos serviços. Em seus contratos, a ANEEL, estabelece regras claras a respeito de tarifa, regularidade, continuidade, segurança, atualidade e qualidade dos serviços e do atendimento prestado aos consumidores. Da mesma forma, define penalidades para os casos em que a fiscalização da ANEEL constatar irregularidades.

O prazo da duração de contrato das concessões de transmissão e distribuição de energia deve ser suficiente para a amortização dos investimentos, limitado a 30 anos, contado da data de assinatura do contrato. O prazo pode ser prorrogado no máximo por igual período, a critério do poder concedente, nas condições estabelecidas no contrato.

## 2.5 Distribuidora de Energia Elétrica no Estado da Paraíba

O estado da Paraíba localiza-se geograficamente no Nordeste brasileiro. Curiosamente esse estado é detentor de duas concessões de distribuição de energia elétrica.

A primeira concessão foi a da Companhia Energética da Borborema (CELB). Sua aquisição, por R\$ 87,4 milhões, foi realizada no ano de 1999, com assinatura do contrato em fevereiro de 2000.

A segunda foi a da Sociedade Anônima de Eletrificação da Paraíba (SAELPA). Sua aquisição, por R\$ 363,0 milhões, foi realizada no ano de 2000, com assinatura do contrato em março de 2001.

Em 2008, o grupo detentor dos direitos de concessão das duas distribuidoras de energia do estado transformou-se em Grupo Energisa e tem uma nova marca. A partir daí todas as suas empresas mudam o seu nome social e passam a ter o prefixo Energisa além do nome que as identifica, de acordo com a sua região de atuação. No caso das empresas citadas anteriormente, elas passam a ter os nomes Energisa Borborema e Energisa Paraíba, respectivamente.

### 2.5.1 Indicadores de qualidade

Como explanado anteriormente, o contrato de concessão deve especificar indicadores da qualidade do serviço prestado pela concessionária. Devido a este parâmetro é importante destacar o módulo 08 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) que trata especificamente sobre a qualidade da energia elétrica.

O módulo 08 do PRODIST é dividido em duas seções. A primeira trata da qualidade do produto entregue ao consumidor, ou seja, a qualidade da energia elétrica fornecida. A segunda trata da qualidade do serviço prestado ao consumidor.

Quando se fala em qualidade do produto, tem-se vários indicadores para análise. São eles:

- Tensão em regime permanente;
- Fator de potência;
- Desequilíbrio de tensão;
- Flutuação de tensão;
- Variação de Frequência;
- Variação de tensão de curta duração.

Já quando se fala em qualidade do serviço, a eficiência no atendimento e na solução dos problemas na rede da distribuidora são levados em conta. Os serviços considerados são, principalmente:

- Sistema de atendimento às reclamações dos acessantes;
- Indicadores de tempo de atendimento às ocorrências emergenciais;
- Indicadores de continuidade do serviço de distribuição de energia elétrica.

Os principais indicadores de qualidade das concessionárias de energia elétrica são a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC), além do nível de tensão entregue às unidades consumidoras.

A DEC expressa em horas e centésimos de hora quanto tempo as unidades consumidoras ficaram com o serviço de fornecimento de energia suspensos até que o problema fosse solucionado. O cálculo desse indicador é feito pela soma das Durações das Interrupções Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão (DIC) de todas as unidades consumidoras dividida pelo Total de Unidades Consumidoras Faturadas no Período de Apuração ( $C_c$ ) das DIC:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{C_c} DIC(i)}{C_c} \quad (1)$$

A FEC, similarmente à DEC, expressa em número de interrupções e centésimos do número de interrupções quantas vezes as unidades consumidoras ficaram com o serviço de fornecimento de energia suspenso. O cálculo desse indicador é feito pela soma das Frequências de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão (FIC) de todas as unidades consumidoras dividida pelo Total de Unidades Consumidoras Faturadas no Período de Apuração ( $C_c$ ) das FIC:

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{C_c} FIC(i)}{C_c} \quad (2)$$

Na apuração dos indicadores DEC e FEC devem ser consideradas todas as interrupções, admitidas apenas as seguintes exceções:

- I falha nas instalações da unidade consumidora que não provoque interrupção em instalações de terceiros;
- II interrupção decorrente de obras de interesse exclusivo do consumidor e que afete somente a unidade consumidora do mesmo;
- III Interrupção em Situação de Emergência;
- IV suspensão por inadimplemento do consumidor ou por deficiência técnica e/ou de segurança das instalações da unidade consumidora que não provoque interrupção em instalações de terceiros, previstas em regulamentação;

- V vinculadas a programas de racionamento instituídos pela União;
- VI ocorridas em Dia Crítico;
- VII oriundas de atuação de Esquema Regional de Alívio de Carga estabelecido pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

As interrupções em Situação de Emergência são aquelas originadas no sistema de distribuição, resultante de evento que comprovadamente impossibilite a atuação imediata da distribuidora e que não tenha sido provocada ou agravada por esta. Esses eventos devem ser associados a Decreto de Declaração de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública emitido por órgão competente. Os eventos cuja soma dos DIC dos consumidores atingidos por interrupção no fornecimento de energia seja superior ao calculado conforme a equação a seguir, também são consideradas Situação de Emergência:

$$2.612 * C_c^{0,35} \tag{3}$$

Por outro lado, Dia Crítico é definido como o dia em que a quantidade de ocorrências emergenciais, em um determinado conjunto de unidades consumidoras, superar a média acrescida de três desvios padrões dos valores diários. A média e o desvio padrão a serem usados serão os relativos aos 24 meses anteriores ao ano em curso, incluindo os dias críticos já identificados.

Quanto ao nível de tensão de atendimento ao consumidor, para tensões nominais inferiores a  $1kV$ , elas devem estar dentro de uma faixa de variação para que seja considerada adequada. Esta faixa varia entre 92% e 105%. Logo, para tensão nominal de 220V, ela deve estar, sempre, entre os valores:  $202 \leq V \leq 231$  volts.

Uma vez que qualquer um dos indicadores de qualidade estejam fora dos padrões exigidos pela ANEEL, deve-se consultar o módulo 09 do PRODIST. Este módulo diz respeito ao ressarcimento de danos elétricos que devem ser realizados pela concessionária de energia em caso de descumprimento das normas vigentes.

## 2.6 Energisa Distribuidora

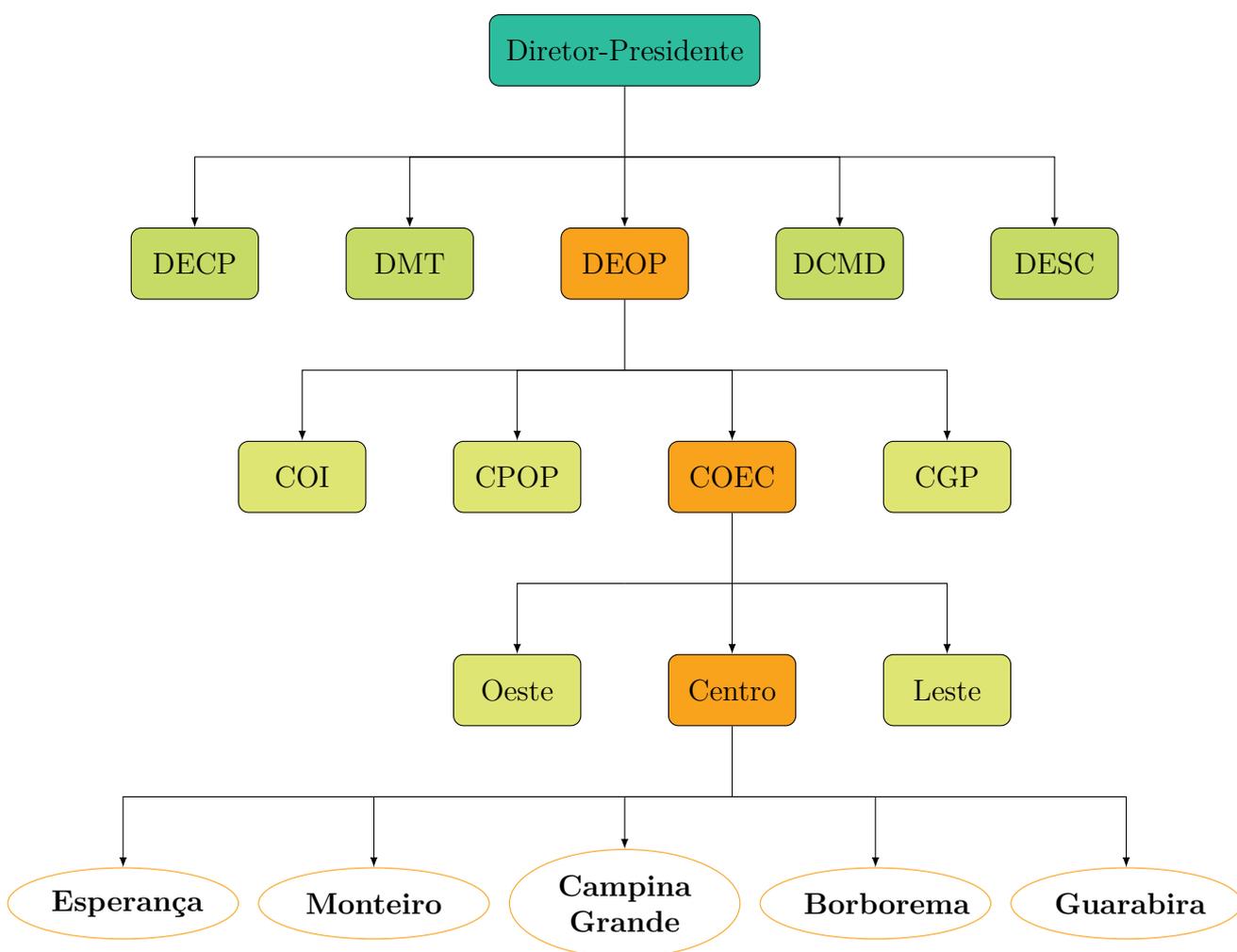
O Grupo Energisa é detentor de 13 empresas de distribuição localizadas em 9 estados brasileiros. São eles: Minas Gerais, Paraíba, Sergipe, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Paraná e São Paulo. As distribuidoras abrangem uma área de  $142.385 km^2$  em 788 municípios empregando mais de 10 mil colaboradores e atendendo mais de 6 milhões de unidades consumidoras (7% da população brasileira).

Essas distribuidoras respondem por um sistema elétrico composto por mais de 4 mil quilômetros de linhas de transmissão, mais de 132 mil quilômetros de redes de distribuição e 144 subestações com capacidade total de 2.830 MVA.

### 2.6.1 Estrutura organizacional

As distribuidoras de energia elétrica do Grupo Energisa apresentam a estrutura organizacional ilustrada na figura 1, a partir do seu Diretor-Presidente de Distribuição.

Figura 1 – Organograma.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Subordinados ao Diretor-Presidente de Distribuição estão as gerências departamentais. São elas: Departamento de Combate às Perdas (DECP), Departamento de Manutenção da Transmissão (DMT), Departamento de Operações (DEOP), Departamento de Construção e Manutenção da Distribuição (DCMD) e o Departamento de Serviços Comerciais (DESC).

O DECP é responsável, principalmente, por identificar e combater tanto as perdas técnicas como as comerciais. Estudos de otimização para detecção de perdas são realizados por esse setor visando aumentar o lucro da empresa e melhorar a qualidade da energia entregue ao consumidor. As perdas técnicas são aquelas causadas por falhas no sistema, como sobreaquecimento de equipamentos e condutores. Já as perdas comerciais são aquelas acometidas, por exemplo, por clientes clandestinos, os chamados "gatos".

O DMT é responsável pela manutenção de linha viva da transmissão. Reparos e melhorias nesse sistema de alta tensão é de responsabilidade deste departamento.

O DCMD é responsável pela manutenção do sistema de distribuição, com obras corretivas na rede. Este departamento é também responsável pelas obras de expansão do sistema, garantindo a melhoria e o fornecimento de energia à crescente demanda. Este departamento está diretamente relacionado ao índice FEC.

O DESC é responsável principalmente pelo faturamento da empresa. As leituras dos medidores e a emissão das faturas são realizadas pelos colaboradores deste departamento. O apuramento e contato com os clientes em débito também é realizado por este setor.

O DEOP é responsável pela continuidade operacional do sistema de distribuição. Este departamento realiza manutenções leves na rede para que todos os clientes recebem energia ininterruptamente e com a qualidade exigida pela ANEEL. Por esse motivo, o DEOP é o único departamento em que existem equipes ativas 24 horas por dia, sete dias na semana. Este departamento está diretamente relacionado ao índice DEC. Diversas outras atividades são realizadas por este departamento, as quais serão especificadas na próxima seção.

## 2.7 Departamento de Operações (DEOP)

Como pode ser visto, também na figura 1, existem 4 coordenações subordinadas à gerência do DEOP. São elas: o Centro de Operação Integrada (COI), a Coordenação de Planejamento Operacional (CPOP), a Coordenação de Gestão de Processos (CGP) e a Coordenação de Operação das Equipes de Campo (COEC).

O COI é a central de operadores responsável por fazer a gestão dos atendimentos aos consumidores que necessitam dos serviços da distribuidora. Ela percebe as falhas no sistema, recebe as ocorrências e as solicitações dos clientes e repassa essas informações às equipes de campo acionando-as através de ordens de serviço (OS). A grosso modo, o COI é responsável pela comunicação entre os clientes e as equipes de campo.

A CPOP é responsável por realizar o estudo da qualidade da energia entregue ao consumidor, por meio dos dados fornecidos por um qualímetro instalado na unidade

consumidora. Estudos de proteção do sistema e análises pré e pós operação também são responsabilidade deste setor.

A CGP cuida da medição individual de rendimento dos colaboradores do DEOP, do estabelecimento das metas a serem alcançadas bem como dos recursos e orçamentos para cada uma das coordenações. A elaboração dos Procedimentos de Execução (PRE) e Procedimentos Operacionais (PRO) são também responsabilidade deste setor.

A COEC é a coordenação responsável por gerir as equipes de campo. É responsável pelo atendimento ao cliente na realização de serviços técnicos e comerciais. Manutenção preventiva leve e inspeção das subestações são também atividades deste departamento.

## 2.8 Coordenação de Operação das Equipes de Campo (COEC)

Nesta seção serão expostas com mais detalhes as atividades realizadas pela COEC. A exteriorização das atividades realizadas por esta coordenação deve-se ao fato de um estudo de caso realizado pelo autor na empresa em questão. Nela, foram levantadas as atividades que são de responsabilidade dos engenheiros eletricitas desta empresa.

Como foi dito anteriormente, esta coordenação necessita realizar a gestão das suas equipes de trabalho em campo. Cada uma dessas equipes são compostas por 2 eletricitas e geri-las significa deixá-las aptas para realização dos serviços e encontrar um ponto ótimo de operação em que se consiga o maior número de ocorrências atendidas com o menor tempo possível.

A aptidão das equipes é alcançada por meio de treinamentos realizados pelos técnicos do setor. É dever da empresa fornecer treinamentos como o de NR-10 (Segurança em instalações e serviços em eletricidade), NR-12 anexos V (Motoserra) e XII (Equipamentos de guindar para elevação de pessoas e realização de trabalho em altura), NR-35 (Trabalho em altura), reciclagem de eletricitas e operador de subestações (SE), e quem os fazem é a COEC do DEOP. Já a otimização do tempo de realização dos serviços é alcançada por meio do monitoramento das rotas realizadas pelas equipes, pela boa elaboração da planilha de turnos e pelo reconhecimento das equipes que se mostram mais produtivas.

Uma vez postas em campo, as equipes atendem aos chamados do COI indo às residências dos clientes que solicitaram os serviços técnicos e comerciais. Esses serviços são vários, como a ligação nova de clientes, substituição de medidores, vistoria para ressarcimento de danos elétricos, medição do nível de tensão e coleta dos dados para serem tratados pelo CPOP e, dessa forma, verificar se estão de acordo com o módulo 8 do PRODIST.

Manutenções leves também são de responsabilidade das equipes técnicas do COEC. Atividades como substituição de ramal de serviço, aplicação de espaçadores, poda de

árvores, etc.

A COEC é também responsável pelas equipes de patrulhamento e inspeção de todas as SE da empresa. Essa atividade consiste em verificar as condições funcionais dos equipamentos e da infraestrutura das SE. Para isso não existem equipes específicas, apenas verifica-se quais técnicos e/ou eletricitistas estão aptos a fazê-lo, ou seja, se possuem ou não o curso de operador de SE.

Associado ao COEC existe a Logística de Alta Performance (LAP). Funcionando como um almoxarifado, o LAP é responsável por verificar as condições e, se necessário, fornecer todos os materiais, equipamentos e ferramentas necessárias às viaturas que vão a campo. O LAP é também responsável pela reposição dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) dos colaboradores.

Devido à COEC ser responsável efetivamente pelos atendimentos em campo, esta é a única coordenação dividida por regiões. Todas as outras três têm sua sede na capital do estado, João Pessoa. A divisão do estado se dá em três regiões: Leste, Centro e Oeste.

A região Leste compreende as cidades próximas à capital João Pessoa e todo o litoral do estado. A região Centro é responsável pelas cidades em torno de Campina Grande, desde a cidade de Guarabira até Monteiro. Já a região Oeste é responsável pelo sertão do estado, com sua sede em Patos e atendendo as cidades até Cajazeiras.

## 2.9 COEC Centro

A COEC Centro tem uma peculiaridade, já mencionada. Estão presentes, nesta região, duas concessões de distribuição de energia elétrica: A Energisa Paraíba e a Energisa Borborema. Essas duas concessões estão sediadas no mesmo espaço físico, em Campina Grande e são divididas em polos de unidades de serviço.

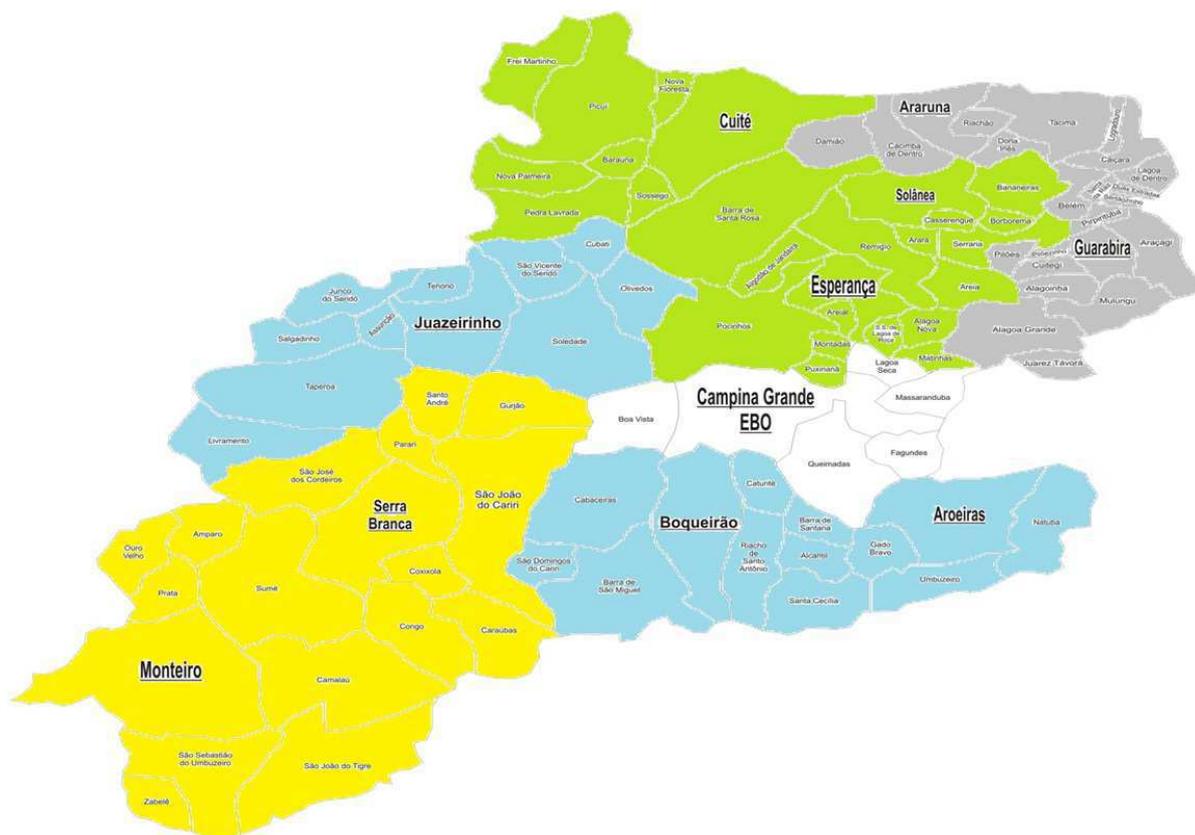
A Energisa Borborema abrange apenas 6 municípios do estado, e existe um polo que é responsável por atender essas cidades, o polo Borborema. A Energisa Paraíba Centro é responsável por 94 municípios do estado e possui 04 polos de unidades de serviço, são eles: Polo Guarabira, Polo Esperança, Polo Campina Grande e polo Monteiro.

A COEC Centro é responsável pelo 04 polos da Energisa Paraíba e pelo polo Borborema, totalizando 05 polos de unidades de serviço. É importante destacar que a cidade de Campina Grande é de responsabilidade do polo Borborema e não do polo Campina Grande. Esse polo é responsável pelas cidades próximas à Campina Grande e recebe esse nome por estar sediado ali.

Toda essa situação geográfica dos polos e as cidades que são atendidas por cada um deles é ilustrado na figura 2. A região destacada pela cor cinza é a do polo Guarabira, pela cor verde é a do polo Esperança, pela cor azul é a do polo Campina Grande, pela cor

amarela é a do polo Monteiro e, por fim, a região de cor branca destaca o polo Borborema.

Figura 2 – Polos da Energisa Paraíba Centro e Energisa Borborema.



Fonte: DEOP - Energisa, 2018.

Esta regional é responsável por uma área de 25.474,67  $km^2$  e 100 municípios no total. Possui uma frota de 74 veículos e conta com os serviços de 220 eletricitistas.

Após a exposição da configuração administrativa e regional da COEC centro, serão relatados na próxima seção as atividades realizadas por esta coordenação. Todos os serviços técnicos e comerciais, além da organização e controle administrativos deste setor são de responsabilidade do engenheiro eletricitista encarregado.

## 3 SERVIÇOS TÉCNICOS E COMERCIAIS

Este capítulo trata das atividades desempenhadas pelas equipes de campo sob tutela da COEC do DEOP. Em sua maioria, essas atividades são desempenhadas pelos eletricitas aptos, muitas vezes podendo ser também desempenhadas pelos técnicos em eletrotécnica.

Os serviços técnicos são inúmeros, podendo ser exemplificados por: manutenção leve, ocorrência de condutor partido, ramal de serviço partido, transformador reincidente, oscilação de tensão, poste abalroado, objetos estranhos à rede, etc.

Já os serviços comerciais são aqueles de atendimento ao cliente, tais como: ligação nova, desligamento por falta de pagamento, religação, aumento e redução de carga, teste de medidores, selar caixa de medição, ressarcimento de danos elétricos, etc.

Como mencionado anteriormente, os clientes entram em contato com a central de serviços da Energisa solicitando os serviços mais variados possíveis. Uma vez recebidas as solicitações, o COI tem a função de gerenciá-las e distribuí-las às equipes de campo de acordo com a sua localidade. Toda a comunicação entre COI e unidades de campo é feita por um *smartphone* empresarial com um sistema de gerência de serviços chamado "Sistema de Gestão da Operação da Distribuição"(SIGOD).

O SIGOD está presente nos *smartphones* levados a campo pelas equipes. Nele, o eletricitista faz o login e atende aos chamados do COI realizando as Ordens de Serviço (OS). Ficam registrados no SIGOD a rota para chegar até o local de atendimento, o tempo em que a equipe levou até o início do serviço e a duração total de sua realização. Esses dados são utilizados para construção dos gráficos de eficiência e qualidade do atendimento.

Antes de discorrer sobre as OS, é preciso falar sobre as normas e procedimentos padrão que são exigidos pela energisa. Após a visão geral sobre esses assuntos ficará mais fácil de compreender os serviços prestados pela distribuidora bem como as atividades e atribuições do engenheiro eletricitista na empresa.

### 3.1 Normas de Distribuição Unificadas (NDU)

As NDU são as normas fornecidas pela Energisa que especificam os padrões a serem adotados por todas as instalações que pretendem receber o fornecimento de energia elétrica da distribuidora. O DEOP trabalha principalmente com três NDU, a NDU 001, NDU 003 e a NDU 013. Todas elas estabelecem padrões, procedimentos, critérios técnicos e operacionais envolvidos nas instalações individuais ou agrupadas, observando as exigências

técnicas e de segurança recomendadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e em conformidade com as Resoluções Normativas da ANEEL.

A NDU 001 trata do fornecimento de energia elétrica a agrupamentos ou edificações individuais até 3 unidades consumidoras. Ao decorrer de todo o seu conteúdo a norma apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para projetos e execução das instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras de baixa tensão, quando a carga instalada não ultrapassa 75 *kW* por unidade consumidora.

A NDU 003 trata do fornecimento de energia elétrica para edificações agrupadas acima de 3 unidades consumidoras. A norma estabelece regras e recomendações, com relação à elaboração de projeto e execução das instalações das unidades consumidoras, a fim de possibilitar fornecimento de energia elétrica em tensão primária e secundária. Esta norma inclui as unidades com carga instalada superior a 75 *kW*.

A NDU 013 trata dos procedimentos para a conexão ao sistema de distribuição dos consumidores aderentes à geração distribuída. A norma tem como objetivo concentrar e sistematizar os requisitos de informações técnicas pertinentes às conexões ao sistema de distribuição de consumidores que façam a adesão ao sistema de compensação de energia, a fim de facilitar o fluxo de informações e simplificar o atendimento a esses consumidores.

Todas as NDU da Energisa são de domínio público e servem para que os consumidores se adequem aos padrões da empresa. Uma vez realizadas as instalações, os serviços da concessionária são requeridos pelos clientes e por sua vez as equipes de campo vão atendê-los. Para que o atendimento e a realização dos serviços também sejam padronizados, faz-se necessário os PRE e PRO, que são elaborados pelos engenheiros da CGP.

## 3.2 PRE e PRO

Os Procedimentos de Execução e os Procedimentos de Operação, como dito anteriormente, são elaborados pela CGP. Esses procedimentos detalham como devem ser feitos os serviços técnicos e comerciais pelas equipes de campo, e são utilizados no curso de formação dos eletricitistas.

Em todos os PRE e PRO constam o passo a passo da execução dos serviços. Nelas contém todas as informações necessárias aos eletricitistas e demais colaboradores que possam executar a função, tais como:

1. Recursos humanos;
2. Recursos materiais;
3. Procedimentos de segurança;

#### 4. Sequência de operações (passo a passo).

É de responsabilidade da equipe de campo qualquer procedimento executado que vá de encontro aos procedimentos escritos e repassados aos eletricitas durante o curso de formação.

Pode-se citar como exemplo alguns PRE, como o PRE-003 que trata dos procedimentos para a execução dos serviços relativos à instalação, retirada e substituição de medidores de energia elétrica em unidades consumidoras do grupo B.

Já a PRE-005 fornece aos profissionais das equipes das áreas comerciais, informações e instruções específicas para suspensão de fornecimento e religação de unidades consumidoras.

E a PRE-024 detalha as informações e instruções específicas para ligações e substituições de ramais de serviço de unidades consumidoras do grupo B.

Segundo resolução normativa da ANEEL, o grupo B (baixa tensão) é caracterizado por unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a  $2,3\text{ kV}$ , com tarifa monômnia (aplicável apenas ao consumo).

Em posse do conhecimento para a realização das atividades em campo, as equipes se encontram aptas para o atendimento de quaisquer OS que lhes forem designadas.

### 3.3 Ordens de Serviço

As OS são fornecidas em código pelo *smartphone* empresarial, e na tabela 1 serão listadas as OS que são executadas pelas equipes do DEOP.

Pode-se observar que existem OS que são complementares e até mesmo aquelas em que se precisa utilizar mais de um PRE ou PRO. A exemplo da OS 01 que é sempre precedida da OS 28, pois para que haja uma ligação nova é preciso que o padrão seja vistoriado.

Para a realização de uma OS 01, necessita-se de, no mínimo, os PRE-003 e 024, mencionados anteriormente. Isso deve-se ao fato de que para ligar um cliente novo na rede, é preciso que se faça a ligação do ramal na entrada do consumidor e posteriormente a instalação do medidor de energia.

Como mencionado anteriormente, toda a gerência das ordens de serviço é realizado pelo COI e este se encontra sob a tutela de um engenheiro eletricitista o qual coordena toda a sua equipe de operadores.

Tabela 1 – Ordens de serviço executadas pelo DEOP.

Código da OS	Descrição da OS
01	Ligação nova com instalação de medidor
02	Religação com instalação de medidor
03	Religação sem instalação de medidor
04	Religação por suspensão indevida
05	Suspensão fornec. por falta pgt sem ret. medidor
06	Suspensão fornec. por falta pgt com ret. medidor
07	Desligamento à pedido do cliente sem retirada medidor
08	Ligação provisória sem instalação de medidor
09	Ligação provisória com instalação de medidor
10	Desligamento provisório sem retirada de medidor
11	Desligamento provisório com retirada de medidor
12	Instalação de medidor
13	Retirada de medidor
15	Retirar ramal de serviço
16	Emendar ramal de serviço
17	Trocar ramal de serviço
18	Padronização de entrada de serviço
27	Orientação de padrão
28	Vistoriar padrão
29	Troca de medidor para aferição
30	Selar caixa de medidor
33	Inspeção
34	Verificar nível de tensão
35	Trocar disjuntor
39	Medição tensão e corrente em circuito secundário
79	Ligação nova com instalação de medidor
81	Religação de urgência com instalação de medidor
82	Religação de urgência sem instalação de medidor
83	Troca de medidor
122	Substituição de ramal
146	Apropriação de mão de obra
148	Aumento de carga
149	Redução de carga
191	Limpeza de CP rede
208	Religação judicial com instalação de medidor
209	Religação judicial sem instalação de medidor
258	Vistoria de danos elétricos
324	Poda de árvore operação
325	Inspeção e vistoria de danos elétricos
380	Desligamento à pedido do cliente com retirada medidor

## 4 FORMAÇÃO GENERALISTA DO ENGENHEIRO ELETRICISTA

As funções delegadas aos engenheiros eletricitas em uma empresa de distribuição de energia explicita a necessidade de uma formação generalista, tanto na perspectiva técnica quanto na social e humanista.

### 4.1 Formação Técnica Generalista

Uma vez contratado, o profissional deve estar preparado para enfrentar as adversidades que possam surgir na empresa relacionados ao exercício da função. Deve sugerir soluções criativas para problemas, e estar apto para operar todo e qualquer tipo de sistema, independente da sua especialização, uma vez que o ramo da engenharia elétrica envolve áreas tecnológicas em geral.

Alguns exemplos da interdisciplinaridade do curso de formação de um engenheiro eletricista serão abordados para corroborar a necessidade de uma visão geral sobre todos os ramos da sua área de atuação.

#### 4.1.1 Subestações teleassistidas

Diferente do que se possa pensar, para projetar, construir e garantir a operação contínua das subestações elétricas, são necessários conhecimentos que vão além do domínio da eletrotécnica. Com o avanço das tecnologias, a automação dos processos e seu acesso remoto, passou a fazer parte do cenário mundial. E o setor elétrico não se faz exceção.

As subestações são os sistemas de tratamento de energia para que se otimize os processos de transmissão e distribuição. Sob o aspecto construtivo, são projetadas com dois setores principais: o pátio de manobra, onde se situam os equipamentos de alta tensão, e a sala de controle, onde ficam os sistemas de supervisão, proteção e controle da subestação. A partir das salas de controle convencionais já era possível se dar o monitoramento local e comandar remotamente o estado dos equipamentos do pátio de manobra. Contudo, a tecnologia até meados da década de 1970 baseava-se em dispositivos eletromecânicos, fazendo com que o controle fosse feito de maneira manual e os quadros de comando ocupassem um considerável espaço físico.

Na década de 1980, os avanços da eletrônica analógica na área de automação e controle do setor industrial, elucidaram as empresas de energia elétrica para a possibilidade da utilização desses sistemas em seus processos. A partir de então as empresas começaram

a utilizar equipamentos eletrônicos para a aquisição e envio remoto de dados da subestação a centros de operação. Assim, foi possível fazer com que o controle e a operação de um conjunto de subestações fossem realizados a partir de unidades afastadas e a partir de um mesmo computador central.

Nas redes de transmissão atuais, quase todas as subestações são monitoradas e controladas *online* por sistemas de gerenciamento de energia. As principais linhas de transmissão geralmente são equipadas para operação em corredor paralelo, com cabos de fibra óptica, onde as subestações são acessadas através de sistemas de comunicação de alta velocidade. Essa nova geração de subestações possuem vantagens tais como: maior precisão dos dados, maior rapidez de operação, maior confiabilidade e menor espaço físico necessário para a sua instalação. A utilização da fibra óptica reduziu significativamente a quantidade de fios necessários para a transmissão de dados da subestação, simplificando sua topologia.

A evolução da configuração das subestações destaca o avanço da sua complexidade operacional, exigindo profissionais cada vez mais completos. Dessa forma, um engenheiro eletrícista com uma visão limitada apenas na área de eletrotécnica estará fadado ao insucesso, uma vez que todas as áreas da engenharia elétrica estão contempladas em uma única subestação: A eletrotécnica está presente no funcionamento elétrico propriamente dito; o controle e automação está presente na automatização dos processos de manobra dos equipamentos; a eletrônica está presente nos microcomputadores e painéis de aquisição de dados; e, por fim, as telecomunicações estão presentes no processo de transmissão de dados.

Portanto, a inviabilidade de contratação de um especialista de cada área pela empresa exige do engenheiro eletrícista conhecimentos sobre todas as áreas de atuação. O profissional generalista estará preparado para operar, realizar manutenção e planejar expansões das subestações, assim como sugerir e realizar soluções criativas para os problemas que, por ventura, possam ocorrer.

### 4.1.2 Sistemas de proteção

A proteção dos sistemas elétricos de potência é uma área de extrema importância para a manutenção do fornecimento da energia elétrica aos consumidores e para a segurança dos equipamentos altamente dispendiosos que compõem o sistema elétrico. Essa área encontra-se em constante desenvolvimento, devido ao surgimento de novas tecnologias que possibilitaram a introdução da proteção digital por meio de relés microprocessados (COTOSCK, 2007).

Os relés eletromecânicos, primeiro tipo de relés, eram utilizados hegemonicamente até meados da década de 60. Seu funcionamento consistia no entedimento da intensi-

dade da grandeza que se queria controlar, e a partir de então decidir se seus contatos continuariam abertos ou se fechariam, no caso dos contatos normalmente abertos.

Tomando como exemplo o relé de sobrecorrente, se uma corrente maior do que o valor ajustado circular pelo seu solenóide, o dispositivo acoplado ao solenóide se deslocará fazendo com que o contato mude de posição.

No caso do relé eletromecânico a disco, a corrente que circula nos pólos cria um fluxo que, por sua vez, cria uma corrente induzida no disco. Esta corrente interage com o fluxo produzindo o torque que leva o disco a girar e, conseqüentemente, fechar os contatos do relé. Neste tipo de relé, pode-se ajustar o tempo para a ocorrência do fechamento do contato.

No início da década de 60 surgiram os relés estáticos que são extremamente rápidos por não possuírem partes móveis. A ausência de partes móveis influenciou diretamente na redução da necessidade de manutenção, pois não haviam desgastes devido ao atrito. Além disto este tipo de relé é bem mais sensível que o eletromecânico, estando susceptível a variações de pequenos transitórios ocorridos no sistema, bem como maior sensibilidade a variações de temperatura.

A primeira geração dos relés estáticos tinha como característica a utilização de transistores pelos equipamentos. Por sua vez, a segunda geração fez uso de circuitos integrados e amplificadores operacionais. Por fim, os relés digitais são considerados a terceira geração dos relés estáticos e utilizam microprocessadores como base do processamento dos dados.

A utilização de microprocessadores nos relés digitais permitiu uma vasta gama de melhorias no que diz respeito à proteção dos sistemas elétricos. Melhorias como a redução significativa do tamanho dos equipamentos de proteção e o aumento do número de funções que um relé pode desenvolver, tais como: controle, gravação dos dados amostrados, informação de eventos e diferentes funções de proteção. Todo esse avanço tecnológico ocorrido nos relés de proteção dá-se pela grande flexibilidade dos microprocessadores.

Após a discussão da evolução dos relés de proteção e, ainda defendendo a necessidade de uma formação completa para os engenheiros eletricitas, pode-se explicitar as diferentes áreas que são envolvidas por um sistema de proteção.

Primeiro de tudo, para que se tenha compreensão dos tipos de defeitos que possam ocorrer no sistema e saber diferenciá-los de um estado transitório, o profissional deve ter conhecimentos sólidos sobre os sistemas elétricos de potência, além da capacidade de analisá-los.

Além disso, após os estudos sobre o sistema, o profissional deve ter maestria ao ajustar e/ou programar os relés digitais, para que eles atuem quando necessário, levando em conta sua sensibilidade, seletividade, confiabilidade e velocidade de atuação. Para

tanto é necessário, também, conhecimentos sobre a eletrônica digital.

Por fim, um vasto conhecimento sobre instrumentação eletrônica e tratamento de dados faz-se necessário para a realização da manutenção preventiva nos equipamentos. Ou seja, realizar qualquer ajuste ou conserto nos equipamentos do sistema que não estejam funcionando corretamente antes da sua perda total.

### 4.1.3 Microgeração distribuída

A Geração Distribuída (GD) se opõe ao modo de geração de energia elétrica central, que é baseado em grandes usinas localizadas distante dos consumidores, podendo ser definida como uma fonte de energia descentralizada, conectada diretamente ou próxima aos locais de consumo.

Com a crescente preocupação sobre a questão ambiental no cenário mundial, a GD vem tomando força. Este fato ocorre devido ao baixo impacto ambiental e a descentralização da produção de energia causada por este tipo de geração, permitindo o alívio de carga das linhas de transmissão e do sistema de distribuição, minimizando as perdas, adiando os investimentos de expansão dos sistemas e diversificando a matriz energética.

O uso da geração distribuída com fontes alternativas de energia elétrica tem crescido no Brasil e no mundo. As energias solar fotovoltaica e eólica são as fontes alternativas com maior potencial para utilização na geração distribuída de eletricidade (VILLALVA, 2015).

No Brasil, após entrar em vigor a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, em 17 de abril de 2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Desde então, a GD vem aquecendo o comércio de energia elétrica, bem como a área de projetos elétricos para a instalação desses sistemas em consumidores residenciais e industriais.

Os sistemas de microgeração solar fotovoltaica consistem basicamente nas células fotovoltaicas propriamente ditas, seu sistema de conexão e o sistema de interligação à rede elétrica. Os módulos fotovoltaicas são, em sua maioria, importadas dos países produtores e são os componentes do sistema gerador fotovoltaico que converte a energia solar em eletricidade. O seu sistema de conexão é explicitado no projeto elétrico realizado e assinado pelo profissional engenheiro. E, finalmente, o sistema de interligação à rede tem como protagonistas o inversor de frequência e o medidor bidirecional.

Os inversores de frequência, quando utilizado para esta finalidade, realizam a conversão da corrente contínua gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente alternada. Para que se realize a inserção do sistema de geração fotovoltaico na rede de distribuição, o nível de tensão e frequência devem ser compatíveis com as resoluções da ANEEL e com o

módulo 08 do PRODIST. Os inversores de frequência utilizam tecnologia e conhecimentos da área de eletrônica de potência.

O medidor bidirecional é o instrumento registrador tanto da energia elétrica consumida, quanto da injetada na rede. É de responsabilidade da concessionária de energia realizar a troca do medidor convencional por este, instalando-o para o faturamento no ponto de medição.

O engenheiro eletricista apto a realizar projetos e coordenar a instalação das GD fotovoltaicas deve ter conhecimentos sólidos sobre instalações elétricas residenciais, prediais e industriais, bem como sobre as normas regulamentadoras desta modalidade de geração. O profissional deverá também ter uma visão geral sobre eletrônica de potência para analisar criticamente e decidir qual o inversor ideal para a instalação. Os conhecimentos sobre eletrônica de potência serão bastante úteis também na hora da manutenção do sistema, visto que o item que tende a ser mais problemático neste tipo de instalação é o inversor de frequência.

Ainda dando continuidade na explicitação da importância da formação generalista do engenheiro eletricista, a próxima seção argumentará sobre a importância da sua formação humanista, além de todo o seu conhecimento técnico.

## 4.2 Formação Humanista

Muitas vezes as empresas atribuem um cargo de gestão aos engenheiros, além da possibilidade de o profissional se tornar empresário na sua área de atuação. Logo, um engenheiro gestor deve ter uma visão geral sobre todos os processos da empresa e saber influenciar a ação de outrem para que o processo flua e gere resultados satisfatórios. Planejamento, liderança, organização e controle são atividades essenciais para o profissional gestor.

Planejar com maestria significa estabelecer os objetivos da empresa e suas metas, alcançando-as com a organização dos recursos que lhe forem fornecidos, sejam eles materiais, financeiros ou humanos. O recurso mais complexo, sem dúvidas, é o humano, daí a necessidade da sua formação social e humanista.

Para fazer com que seus subordinados realizem as atividades que devem ser feitas, é preciso ser um líder que saiba comandar. O líder deixa claro as posições hierárquicas de cada indivíduo e delega funções a cada um sem a necessidade de se fazer superior. Entende a situação social e o perfil psicológico de todos os seus colaboradores para manter o ambiente de trabalho o mais harmonioso possível, sem perder o foco de se obter os resultados almejados. O papel motivacional para a equipe também é de responsabilidade do líder.

Além da liderança e planejamento, o gestor deve ser organizado. A organização deve ser bem desempenhada para evitar contratempos durante a execução do projeto como, por exemplo, gastos excessivos ou não previstos.

No processo controle, o papel do gestor é averiguar se as atividades estão ocorrendo dentro da programação, ou seja, se os resultados prévios estão dentro do esperado para o projeto, como prazos e custos. O gestor que exerce controle, junto com sua equipe, pode identificar se as etapas do projeto estão sendo realizadas conforme planejado.

Portanto, quando um engenheiro é alocado num cargo como este é preciso que ele saiba lidar com pessoas. Estar por dentro do contexto político, econômico, social e cultural do meio em que está inserido é essencial para ser um gestor bem sucedido.

## 5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foram apresentadas as atividades do engenheiro eletricista em diversas esferas de atuação, facilitando o entendimento sobre sua formação e competências. Com isso o porquê da necessidade de uma formação generalista e multidisciplinar para esse profissional ficou exteriorizado.

O profissional com esse tipo de formação tem maiores chances de obter êxito em sua carreira. Isso deve-se ao fato de que ele estará preparado para as adversidades que possam surgir, uma vez que os problemas a serem solucionados são, muitas vezes, imprevisíveis e independentes da área de atuação do profissional especialista.

Além disso, como dito anteriormente, todas as áreas da engenharia elétrica estão interligadas. A exemplo da SE de energia elétrica que envolve todas as quatro áreas de conhecimento da engenharia elétrica aqui citadas.

Por fim, será reforçada a defesa das IES que formam engenheiros eletricistas capacitados a atender às diferentes solicitações profissionais. Esses engenheiros, uma vez egressos do sistema educacional, devem possuir uma visão crítica, criativa e inovadora. Além disso, sua formação básica, geral e humanística deve estar sempre associada a uma formação profissional sólida e generalista.

# Bibliografia

AGÊNCIA NACIONAL DE ENGENHARIA ELÉTRICA. Informações técnicas: contratos de concessão. Brasília, dez.2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/contratos1>>. Acesso em: fevereiro de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENGENHARIA ELÉTRICA. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional: Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica. Brasília, 2017.

BRASIL. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Legislação Informatizada - Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 - Republicação Atualizada. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1995/lei-8987-13-fevereiro-1995-349810-republicacaoatualizada-21380-pl.html>>. Acesso em: fevereiro de 2018.

BRASIL. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, Resolução nº 218, de 29 junho 1973. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1561&sid=193>>. Acesso em: fevereiro de 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação: Câmara de educação superior. Resolução CNE/CES 11, 11 de março de 2002. Institui diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf3>>. Acesso em: fevereiro de 2018.

ENERGISA. NDU 001: Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária. João Pessoa, Paraíba, 2017.

ENERGISA. NDU 003: Fornecimento de energia elétrica em tensão primária e secundária. João Pessoa, Paraíba, 2017.

ENERGISA. NDU 013: Critérios para a conexão de acessantes de geração distribuída ao sistema de distribuição para conexão em baixa tensão. João Pessoa, Paraíba, 2017.

FREITAS, Eduardo de. Geografia humana: terceira Revolução Industrial. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/terceira-revolucao-industrial.htm3>>. Acesso em: fevereiro de 2018.

GUIA DO ESTUDANTE. Engenharia e produção: Engenharia Elétrica. Disponível em: <<https://guiadoestudante.abril.com.br/profissoes/engenharia-eletrica-2/>>. Acesso em: fevereiro de 2018.

INSTITUTO NACIONAL E PESQUISAS EDUCACIONAIS. Trajetória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia. Distrito Federal, Brasília. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/vol03.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2018.

PEREIRA, Roberto Martins; SPRITZER, Ilda Maria de Paiva Almeida. Automação e digitalização em subestações de energia elétrica: um estudo de caso. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa, Paraná, v. 03, n. 04: p. 147-160, 2007.

COTOSCK, Kelly Regina. Proteção de sistemas elétricos: uma abordagem técnico-pedagógica. 2007. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENGENHARIA ELÉTRICA. Informações técnicas: geração distribuída. Brasília, 2018. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/infortecnicas/-/asset\\_publisher/geracao-distribuida-introduc-1/656827?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/infortecnicas/-/asset_publisher/geracao-distribuida-introduc-1/656827?inheritRedirect=false)>. Acesso em: março de 2018.

VILLALVA, Marcelo Gradella. Energia solar - conceitos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Érica, 2015.

SANTANA, Flávio Dias. Artigos: o papel do gestor dentro da organização. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/o-papel-do-gestor/68064/>>. Acesso em: março de 2018.