

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**MAPEAMENTO E MODELAGEM DOS PROCESSOS
DE PROJETO, CONSTRUÇÃO E APROVAÇÃO DE
SUBESTAÇÕES DE CONSUMIDOR EM MÉDIA TEN-
SÃO NO ESTADO DE GOIÁS**

**MARIANA GRAZIANI DA SILVA
RENATA ISABELLA PINHEIRO DE OLIVEIRA**

GOIÂNIA

DEZEMBRO / 2018

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC nº 1204/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG):

Nome completo do autor: Mariana Graziani da Silva; Renata Isabella Pinheiro de Oliveira

Título do trabalho: Mapeamento e modelagem dos processos de projeto, construção e aprovação de subestações de consumidor em média tensão no estado de Goiás

2. Informações de acesso ao documento:

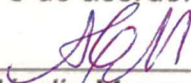
Concorda com a liberação total do documento [x] SIM [] NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF do TCCG.

Mariana Graziani da Silva
Mariana Graziani da Silva

Renata Isabella P. de Oliveira
Renata Isabella Pinheiro de Oliveira

Ciente e de acordo:


Ana Cláudia Marques Valle

Data: 21 / 12 / 18

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

MARIANA GRAZIANI DA SILVA

RENATA ISABELLA PINHEIRO DE OLIVEIRA

**MAPEAMENTO E MODELAGEM DOS PROCESSOS
DE PROJETO, CONSTRUÇÃO E APROVAÇÃO DE
SUBESTAÇÕES DE CONSUMIDOR EM MÉDIA TEN-
SÃO NO ESTADO DE GOIÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Conselho de Graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Goiás como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Ana Cláudia Marques do Valle

GOIÂNIA

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Pinheiro de Oliveira , Renata Isabella

Mapeamento e modelagem de processos de projeto, construção e aprovação de subestações de consumidor em média tensão no estado de Goiás [manuscrito] / Renata Isabella Pinheiro de Oliveira , Mariana Graziani da Silva . - 2018.

f.: il.

Orientador: Prof. Ana Cláudia Marques do Valle.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC), Engenharia Elétrica, Goiânia, 2018.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Mapeamento . 2. Modelagem . 3. Processo. 4. Subestação . 5. Ciclo de vida . I. Graziani da Silva , Mariana . II. Marques do Valle, Ana Cláudia , orient. III. Título.

CDU 62+004+005



ATA DE AVALIAÇÃO DE PROJETO FINAL

Aos 19 dias do mês de Dezembro do ano de 2018

foi apresentado e defendido o Projeto Final intitulado Mapeamento e modelagem dos processos de projeto, construção e aprovação de subestações de consumo em média tensão no estado de Goiás.
perante a banca examinadora composta pelos membros:

1. Ana Blandie Marques Valle, orientador e presidente;
 2. Edemar Arruda ; 3. Jorge Luiz Rodrigues da Silva
 4. Jessica Custina Marques da Silva
 5. Paula Andréia Mar Valle Hamburger
- Após a exposição do trabalho por parte do(s) autor(es), aluno(s) do curso de Engenharia Elétrica, foram lhe(s) atribuídas as seguintes notas pelos membros da

banca:

Aluno(s)	Membro 1	Membro 2	Membro 3	M 4	M 5
<u>Mariana Graziani</u>	<u>10,0</u>	<u>8,0</u>	<u>9,0</u>	<u>9,5</u>	<u>10,0</u>
<u>Renata S Pinheiro O.</u>	<u>10,0</u>	<u>8,0</u>	<u>9,5</u>	<u>9,5</u>	<u>10,0</u>

Nada mais havendo a registrar, eu, Ana Blandie Marques do Valle, designado secretário "ad hoc" da banca examinadora, lavrei a presente Ata do ocorrido, a qual, lida e considerada conforme, vai assinada por mim e pelos membros da banca.

Goiânia, 19 de Dezembro de 20 18

ABM
Edemar Arruda
Jorge Luiz Rodrigues da Silva
Jessica Custina M. da Silva
PS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado saúde e força em todos os momentos;

Aos meus pais, Silvia e João, pelo amor incondicional, incentivo, companheirismo e pela minha vida;

Aos meus irmãos e agregados, Maiara, Ariel, João Paulo e Mariana, que me ensinam e me ajudam em todas as situações;

A minha avó Veneranda que me proporciona tanto amor e café;

Aos meus familiares, que entendem a minha ausência nos encontros por eu estar em busca do meu sonho;

Aos meus amigos de vôlei/vida, Thayná, Gustavo, Samuel, Maria Eduarda, Eric, Letícia, Felipe Chagas, Felipe Duarte, Pedro, Luca, PV entre outros por sermos nós juntos sempre;

Aos meus amigos de faculdade, Barbara, Iury, Pedro, Vinícius, Gean, João Victor, Marcus, Gustavo Cruvinel, José Gois que me ajudaram a chegar até aqui e estão todos os dias comigo, estudando, conversando, sorrindo, nos divertindo.

Aos meus amigos, que são tantos e tão preciosos;

Ao Jorge Luiz e Jaqueline Santos, pela disponibilidade em nos ajudar, e suporte durante todo o processo;

A minha orientadora Ana Cláudia, por ter nos dado oportunidade e suporte.

E a pessoa que merece, tanto quanto eu descansar: Renata, minha parceira de TCC, obrigada por ter me convidado à escrever o TCC com você!

Mariana Graziani da Silva

Agradeço a Deus, primeiramente, pelo dom da vida e por tornar tudo possível, sempre me dando força para superar as adversidades.

Agradeço ao meus pais por me proporcionarem condições de me dedicar ao curso, pelo apoio e compreensão para que meus sonhos se tornem reais.

Agradeço ao Jorge Luiz e a Jaqueline Santos pela orientação e suporte durante esta jornada, pelos vários conselhos sem os quais não seria possível.

Agradeço a todos os amigos e familiares, em especial a minha parceira e amiga Mariana Graziani pela dedicação e diversas noites em claro para que a realização desse trabalho fosse possível. Obrigada por ter aceito esse desafio comigo.

Ao Anderson Mateus pela amizade, sendo sempre encorajador e me motivando a vencer mais esta batalha.

A minha amiga Jéssica Cristina que sempre acreditou em mim e me deu palavras de incentivo e apoio, que ajudaram nesse desafio.

A minha amiga Arielly Florencio que desde o princípio deste desafio tem me auxiliado para que conquistássemos juntas nossos sonhos.

A minha amiga Jéssika Nunes, pelo suporte me proporcionando calma e sabedoria nos momentos difíceis.

E por fim e não menos importante, ao professor Colemar Arruda por ter nos proporcionado oportunidades para o enriquecimento do trabalho e a professora Ana Cláudia pela oportunidade, suporte e parceria.

Renata Isabella Pinheiro de Oliveira

“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?”

Fernando Pessoa

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de mapear e modelar os processos de projeto, construção e aprovação de subestações de consumidor em média tensão no estado de Goiás, visando o entendimento de todas as etapas do ciclo de vida de subestação de consumidor por todos os envolvidos no processo. Portanto, foi necessário coletar informações sobre esse ciclo de vida, através de entrevistas realizadas com os três agentes de obra, são eles: projetistas, analistas da concessionária e o executor. As entrevistas foram realizadas de forma individual tendo como base questionários distintos elaborados pelos autores do trabalho, porém que visaram o mesmo objetivo: Entender os problemas e dificuldades encontradas por cada um dos agentes durante o ciclo de vida. Através dos apontamentos indicados nas entrevistas, realizou-se o mapeamento e modelagem dos processos e do ciclo de vida da subestação, para a modelagem, utilizou-se o software Bizagi. Cada um dos entrevistados apontaram diferentes pontos passíveis de melhoria, no entanto todos concordaram que três pontos se destacam: A quebra no ciclo de vida de uma subestação, a compra de equipamentos com especificações diferentes das indicadas em projeto e a atual fase de adaptação devido transição da concessionária de CELG para ENEL. Acredita-se que uma melhor tratativa do cronograma da obra deva ser dada ainda na fase de planejamento, sendo essa a fase mais passível para realizar-se mudanças e essas terem maior impacto no resultado final do que as mudanças realizadas nas demais fases. Apesar de impacto ter sido tratado em todas as entrevistas, a falta de compatibilização entre projetos também se mostrou relevante para o estudo, sendo o BIM uma solução para modelagem de projetos que viabiliza de maneira simples a verificação de compatibilização entre projetos. Com estudo realizado nota-se a necessidade de todos os agentes da obra conhecerem o modelo de processo em que estão inseridos, para que o ciclo de vida aconteça da forma mais eficiente possível para todos os envolvidos.

Palavras-chave: Subestação. Mapeamento. Modelagem. Processo. Ciclo de vida.

ABSTRACT

This work has the objective of mapping and modeling the processes of design, construction and approval of medium voltage consumer substations in the state of Goiás, aiming at understanding all stages of the consumer substation life cycle by all the people involved in the process. Therefore, it was necessary to collect information about this life cycle, through interviews with the people involved in the construction process: designers, analysts of the concessionaire and the executor. The interviews were conducted individually, based on different questionnaires elaborated by the authors of the study, but aimed at the same objective: To understand the problems and difficulties encountered by each of the workers during the life cycle. Through the appointments indicated in the interviews, the mapping and modeling of the processes and life cycle of the substation could be performed and for the modeling, Bizagi software was used. Each of the interviewees pointed out different points for improvement, but all agreed that three points stand out: The break in the life cycle of a substation, the purchase of equipment with different specifications from those indicated in the project and the current phase of adaptation due to transition from CELG to ENEL. It is believed that a better management of the work schedule should be given in the planning phase, which is the phase most likely to make changes and these have a greater impact on the final result than the changes made in the other phases. Although the impact was treated in all the interviews, the lack of compatibility between the projects was also relevant to the study, which pointed out BIM as a solution for project modeling that enables the task of compatibility verification between the projects in a simply way. The study shows the need of all the people involved in the construction process to know the process model in which they are inserted, so that the life cycle happens in the most efficient way possible for everyone.

Keywords: Substation. Mapping. Modeling. Process. Life cycle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-1 - Ciclo de Vida do Sistema Elétrico	15
Figura 1-2 - Estrutura Institucional do Setor Elétrico	16
Figura 1-3- Sistema Elétrico Brasileiro	19
Figura 1-4 -Interação entre os agentes do ciclo de vida de uma Subestação	20
Figura 1-5 - Adaptado de Fabrício et al. (2002).....	25
Figura 1-6 - O ciclo de vida do empreendimento e o processo de projeto de edificações. ...	26
Figura 1-7- Os principais participantes de um empreendimento de construção.	27
Figura 3-1 - Projeto Subestação	55
Figura 3-2 - Projeto de Extensão de Rede	56
Figura 3-3 - Liberação de carga.....	60
Figura 3-4 - Nível de Curto Circuito.....	61
Figura 3-5 - Análise do Estudo de Coordenação e Proteção	62
Figura 3-6 - Análise do Projeto de SE.....	63
Figura 3-7 - Análise de Projeto de SE.....	64
Figura 3-8 - Execução do Projeto.....	65
Figura 3-9 - Concepção e Planejamento.....	67
Figura 3-10 - Macroprocesso	68
Figura 3-11 - Cronograma do Ciclo de Vida da SE	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Subestação quanto ao nível de tensão de operação.....	22
Tabela 3.1- Apontamentos ENEL x fase do processo	37
Tabela 3.2- Apontamentos do Consultor de Vendas	42
Tabela 3.3 - Apontamentos do Projetista	46
Tabela 3.4 - Apontamentos do Engenheiro Executor de Projetos de SE.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	- Agência Nacional de Energia Elétrica
AVT	- Análise de Viabilidade Técnica
APR	- Aprovação do Projeto de Subestação
BNDES	- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BNDES	- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CCEE	- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CELG	- Centrais Elétricas de Goiás S.A.
CAP	- Central de aprovação de projeto
CMSE	- Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CELG D	- Companhia Energética de Goiás de Distribuição
CELG&T	- Companhia Energética de Goiás de Geração e Transmissão
CNPE	- Conselho Nacional de Política Energética
CONT	- Contrato
EPE	- Empresa de Política Energética
ECP	- Estudo de Coordenação da Proteção
LC	- Liberação de Carga
LIG	- Ligação
MME	- Ministério de Minas e Energia
NC	- Nível de Curto Circuito
NTC-05	- Normas Técnicas
ONS	- Operador Nacional do Sistema Elétrico
PER	- Projeto de Extensão de Rede
PSE	- Projeto de Subestação
SICAP	- Sistema Central de Análise de Projetos
SEP	- Sistema Elétrico de Potência
SIN	- Sistema Interligado Nacional
SRER	- Solicitação de Recorte
SE	- Subestação
VIST	- Vistoria
<i>BPM</i>	- Business Process Management
TTA	- Type-Tested Assemblies
BIM	- Building Information Model
SF6	- Hexafluoreto de Enxofre
NTC-05	- Norma Técnica – 05
TC	- Transformador de Corrente
TP	- Transformador de Potencial

SUMÁRIO

1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
1.1	SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	15
1.2	TIPOS DE SUBESTAÇÃO	20
1.2.1	TIPOS DE SUBESTAÇÃO QUANTO A SUA LOCALIZAÇÃO	21
1.1.2.1	Subestação Central de Transmissão	21
1.1.2.2	Subestação Receptora de Transmissão	21
1.1.2.3	Subestação de Consumidor	21
1.2.2	TIPOS DE SUBESTAÇÃO QUANTO A SUA FUNÇÃO	22
1.2.2.1	Subestação Transformadora	22
1.2.2.2	Subestação Seccionadora.....	22
1.2.3	TIPOS DE SUBESTAÇÃO QUANTO AO NÍVEL DE TENSÃO DE OPERAÇÃO.....	22
1.2.4	TIPOS DE SUBESTAÇÃO QUANTO A SUA INSTALAÇÃO.....	23
1.2.4.1	Subestação ao Tempo	23
1.2.4.2	Subestação Abrigada	23
1.2.4.3	Subestação Blindada.....	23
1.3	CICLO DE VIDA DE EDIFICAÇÕES.....	24
1.4	CONCEITO DE PROCESSO, PROCESSO DE NEGÓCIO E MAPEAMENTO/MODELAGEM DE PROCESSO	28
1.5	CONCEITO DE PROJETO	29
1.5.1	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA E FERRAMENTAS DE PROJETO	29
1.6	OBJETIVOS.....	30

1.7	JUSTIFICATIVA.....	30
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
2.1	LEVANTAMENTO DE PONTOS PASSÍVEIS DE MELHORIAS	32
2.2	MAPEAMENTO DE PROCESSO	33
2.3	MODELAGEM DE PROCESSO	33
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
3.1	ENTREVISTAS	34
3.1.1	ENTREVISTAS COM ANALISTAS ENEL.....	34
3.1.2	ENTREVISTA COM CONSULTOR DE VENDAS	39
3.1.3	ENTREVISTA COM PROJETISTA.....	44
3.1.4	ENTREVISTA COM ENGENHEIRO ESPECIALIZADO EM MONTAGEM DE SUBESTAÇÕES DE CONSUMIDOR.....	48
3.2	PRINCIPAIS APONTAMENTOS	52
3.3	PROCESSOS MAPEADOS E MODELADOS	54
3.3.1	PROJETISTA	54
3.3.2	ENEL	57
3.3.3	OBRA	65
3.3.4	CICLO DE VIDA DA SE.....	66
4	CONCLUSÃO	70
	REFERÊNCIAS.....	72
	APÊNDICE A QUESTIONÁRIO ENEL.....	75
	APÊNDICE B QUESTIONÁRIO OBRA.....	77
	APÊNDICE C QUESTIONÁRIO PROJETO	78

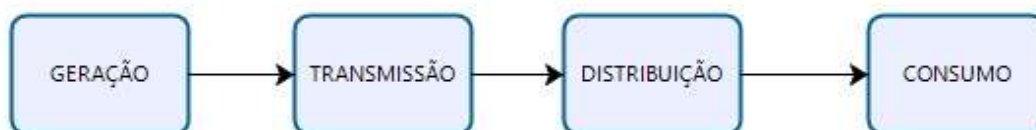
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

A energia elétrica que é atrelada, a um quadro de desenvolvimento socioeconômico de um país, o que inclui a evolução tecnológica, desenvolvimento industrial e qualidade de vida da população, tornando-a um produto essencial à nação. Segundo pesquisas da ANEEL, no Brasil, a principal fonte de geração de energia elétrica são as usinas hidrelétricas, que representam cerca de 60% da capacidade instalada já operante no país, seguidas pelas usinas termelétricas. Em terceiro lugar, porém com menor representatividade, estão as usinas eólicas e a compra de energia advinda de outros países.

Portanto, como detalha Henrique Mattede, após a energia elétrica ter sido gerada nas usinas, ela é transformada dentro das subestações elétricas geradoras sendo elevada à alta tensão (69/88/138/240/440kV) a fim de que as linhas de transmissão a leve aos centros consumidores em corrente alternada. Ao chegar às subestações abaixadoras, a energia elétrica é rebaixada à média tensão para distribuição, sendo transmitida por fim às subestações dos consumidores, onde finalmente é convertida à baixa tensão para o consumidor final. Aneel (2018), há ainda empresas autorizadas a revender energia para consumidores livres, que são aqueles que demandam uma maior quantidade de energia.

Figura 1-1 - Ciclo de Vida do Sistema Elétrico



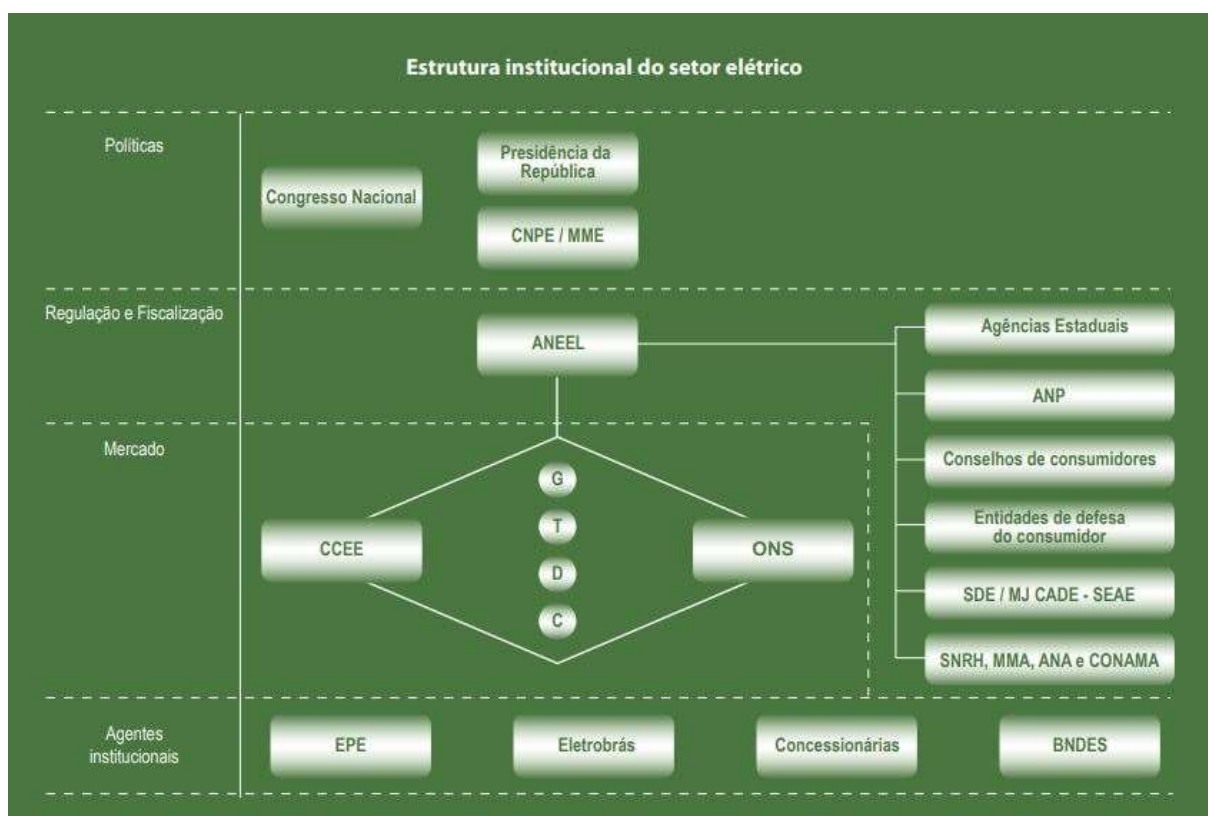
Fonte: Autores, 2018

O Sistema Elétrico Brasileiro, também chamado Sistema Elétrico de Potência (SEP), é o conjunto constituído por todas as etapas que foram brevemente explicadas acima e que

estão representadas na figura 1.1. Integram também o SEP as instalações e todos os equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. (MATTEDE, 2018)

Em 2004, o Modelo do SEP sofreu alterações com a implantação de novos agentes institucionais, como a Empresa de Política Energética (EPE), a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE); ainda que sua formulação política e de Regulação/Fiscalização tenham permanecido imutáveis, ou seja, o SEP continuou como atribuição do Poder Executivo Federal através do Ministério de Minas e Energia (MME), com assessoramento do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e do Congresso Nacional. O Novo Modelo do Setor Elétrico também preservou a Aneel e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) (ANEEL, 2018). A figura 1-2 mostra a estrutura institucional do setor elétrico, relatada acima.

Figura 1-2 - Estrutura Institucional do Setor Elétrico



Fonte: Aneel, 2018

O ONS foi criado em 1998, para guiar as operações relacionadas às etapas de geração e transmissão contidas no SIN. O SIN é uma rede que abrange vasta extensão do território nacional interligando os sistemas elétricos com uma grande malha de transmissão de aproximadamente 135 mil quilômetros (km) que transporta a energia entre seus quatro subsistemas atuais, são eles: Nordeste, Sudeste/Centro-Oeste, Sul e parte da região Norte. Esta interligação entre o Sistema acarreta na obtenção de ganhos sinérgicos, exploração da diversidade entre os regimes hidrológicos das bacias, significativas melhorias no atendimento dos mercados de energia com segurança, e um melhor aproveitamento do uso das fontes geradoras, aumentando a eficiência do sistema e reduzindo os custos de geração, ou seja, uma economicidade (ONS, 2018).

Apesar do SIN abranger vasta porcentagem do território brasileiro ainda existem regiões que não são contempladas, seja devido as distâncias ou dificuldades de acesso, como por exemplo: regiões no Norte, Fernando de Noronha, dentre outras. Dados da ONS de 2018 apontam que estas regiões desabastecidas representam cerca de 1% do consumo total do país e suprem a demanda por energia, principalmente por usinas termelétricas a óleo diesel.

Para regular o SEP, de acordo com a ANEEL, foi criada por meio da **Lei nº 9.427/1996** e do **Decreto nº 2.335/1997**, em dezembro de 1996, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que é então o órgão responsável pela fiscalização e regulação do setor elétrico.

“[A ANEEL] É uma autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME). Sua missão é “proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade.”

(ANEEL, 2016, Por dentro da Conta de Luz)

Ainda conforme a ANEEL, o regime especial citado acima confere privilégios específicos para que a Agência venha a usufruir de um aumento na sua autonomia, tais como: tomadas de decisões de forma democratizada pelos Diretores, autonomia financeira, orçamentária e decisória e impossibilidade de desligamento pelo chefe do Poder Executivo do servidor público com cargo de confiança, como os Diretores, sem que haja uma justa causa.

“A ANEEL normatiza as políticas e diretrizes estabelecidas pelo Governo Federal para o setor elétrico, fiscaliza a prestação do fornecimento de energia elétrica à sociedade e faz a mediação de conflitos entre os agentes do setor.

Cabe ainda à ANEEL, mediante delegação do MME, conceder o direito de exploração dos serviços de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. Além disso, a ANEEL também define as tarifas de energia, de acordo com o que está estabelecido em lei e nos contratos de concessão assinados com as empresas.”

(ANEEL, 2016, Por dentro da Conta de Luz)

Passando para âmbito estatal, foi a ANEEL que concedeu às Centrais Elétricas de Goiás S.A. (CELG) a responsabilidade pela geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no território goiano, criada sob regência estatal, em 1957, em função da necessidade e carência de energia elétrica no Estado de Goiás e em prol de seu desenvolvimento. Quando criada, a CELG englobou as centrais menores e mais antigas, assim como as redes de distribuição do Estado. (CASTILHO, 2012).

A antiga Centrais Elétricas de Energia, em 1999, como mencionado por Denis Castilho, tornou-se Companhia Energética de Goiás, e também foi dividida em dois empreendimentos diferentes: a CELG D de distribuição e a CELG Geração e Transmissão (CELG&T).

Em 2016, impactada pela situação vigente econômica brasileira, ela também apresentou queda em seu crescimento devido à baixa no consumo/demanda da sociedade. Já muito endividada, no ano de 2017, foi deferida sua privatização pelo Governo Brasileiro por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Em 14 de fevereiro de 2017, foi concluída sua venda ao Grupo Enel, e então denominada Enel Distribuição Goiás. “Presente em 37 países nos cinco continentes, a Enel é um dos principais players do mercado mundial de energia e gás.” (ENEL, 2018)

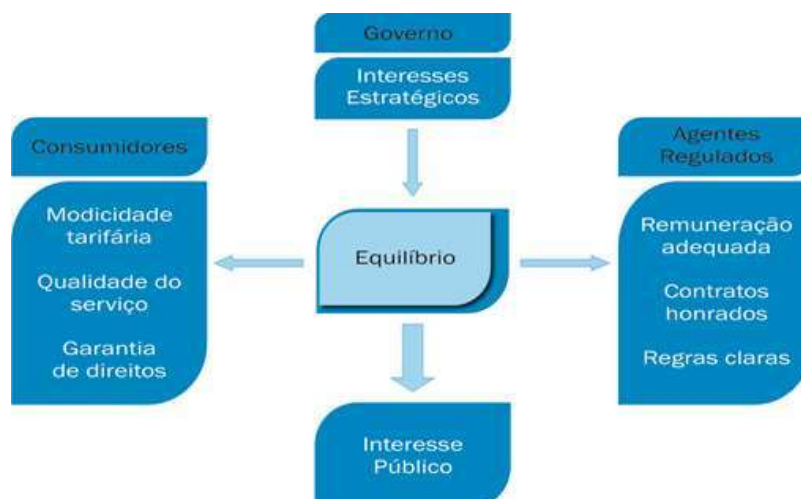
O Grupo Enel, como empresa multinacional, é feito por mais de 70 mil pessoas ao redor do mundo, atendendo a 71 milhões de usuários finais ao redor do mundo cujo trabalho se baseia em nos valores da empresa: Responsabilidade, Inovação, Confiança e Proatividade.

Em 2017, a Enel gerou um total de 249 TWh de energia elétrica, distribuindo 445 TWh em suas próprias redes e comercializando 284 TWh. O faturamento da companhia foi de 74,6 bilhões de euros, com EBITDA de 15,7 bilhões de euros. A Enel também vendeu, neste período, 11,7 bilhões de metros cúbicos de gás. Listada em 1999 na bolsa de valores de Milão, a Enel tem o maior número de acionistas entre todas as companhias

italianas incluindo investidores institucionais e particulares. O maior acionista da Enel é o Ministério italiano de Economia e Finança. (ENEL,2018)

Apesar da boa perspectiva de mercado de energia elétrica, como pode ser inferido pelas análises da Enel, o SEP apresenta-se em desequilíbrio nos tempos atuais. Na figura 1-3, é retratado como seria o SEP em equilíbrio.

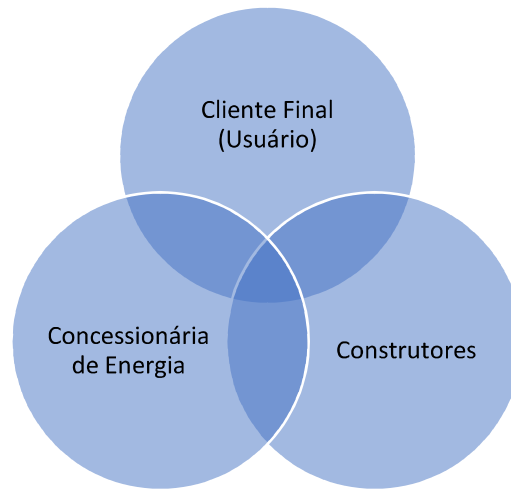
Figura 1-3- Sistema Elétrico Brasileiro



Fonte: Aneel, 2018

Entre os agentes listados na Figura 1-3 destacam-se as interações que ocorrem entre o grupo de consumidores/clientes e as concessionárias, como mostra a Figura 1-4.

Figura 1-4 -Interação entre os agentes do ciclo de vida de uma Subestação



Fonte: autores, 2018

Onde a relação entre estes agentes objetiva o bom atendimento de energia aos usuários finais. Para manter o equilíbrio do sistema elétrico é necessário o bom atendimento aos vários grupos de clientes, entre eles, os com carga demandada acima de 66kVA ou carga instalada acima de 75kVA. Nesses casos é necessário que para o atendimento ao cliente final os construtores projetem, aprovem e liguem uma subestação para o consumidor.

1.2 TIPOS DE SUBESTAÇÃO

Para Renato França (2012), uma subestação de energia elétrica tem por finalidade viabilizar a transmissão e distribuição de energia de maneira adequada e eficiente, tanto tecnicamente quanto economicamente. Para isso são utilizados equipamentos de transformação e manobra que irão alterar os parâmetros de tensão e de corrente.

A manipulação dos parâmetros de tensão e corrente é feito devido ao fato da principal perda na transmissão se dar por efeito Joule, equação 1.1, ou seja, devido a presença de uma alta corrente num condutor, ocorre a transformação de parte da energia elétrica em térmica.

$$P = Ri^2 \quad (1.1)$$

Segundo a equação 1.2, a potência total “S” fornecida na geração de energia é fixa, portanto elevando a tensão, automaticamente reduzimos a corrente elétrica. Este é o modo mais

eficiente de reduzir as perdas técnicas na transmissão de energia elétrica. A redução da corrente também diminui o custo de construção das linhas de transmissão pois a área da seção transversal dos condutores (bitola) será menor.

$$S = \sqrt{3}VI \quad (1.2)$$

Se o objetivo é a transmissão de energia a longas distâncias, eleva-se a tensão e consequentemente reduz-se a corrente, diminuindo-se assim as perdas de energia por efeito Joule, o que permite a manutenção aproximada da mesma potência durante a transmissão dessa energia. Já se o objetivo é a entrega de energia à carga, rebaixa-se a tensão para que seja elevada a corrente, como ocorre com o consumidor final.

As subestações podem ser classificadas quanto a sua localização, função no SEP, nível de tensão de operação e tipos construtivos.

1.2.1 TIPOS DE SUBESTAÇÃO QUANTO A SUA LOCALIZAÇÃO

1.1.2.1 Subestação Central de Transmissão

“São construídas próximo aos pontos de geração de energia, tendo por função principal elevar o nível de tensão, para que a transmissão seja feita de modo a minimizar perdas e reduzir custos de materiais, ou seja, de cabos e estruturas”. (FRANÇA, 2012)

1.1.2.2 Subestação Receptora de Transmissão

São instaladas próximo aos centros de carga, tendo como principal função reduzir a tensão a níveis adequados para a entrega de energia aos transformadores de distribuição ou para as subestações consumidoras (MAMEDE, 2007).

1.1.2.3 Subestação de Consumidor

Segundo Mamede (2007), são subestações instaladas em propriedade particular, abastecidas em tensão primária, oriunda das subestações distribuidoras e equipadas com transformadores abaixadores que reduzem a tensão para viabilizar a utilização pelos consumidores, ou seja, para baixa tensão.

1.2.2 TIPOS DE SUBESTAÇÃO QUANTO A SUA FUNÇÃO

1.2.2.1 Subestação Transformadora

Segundo Renato (2012), são subestações que alteram o nível da tensão do sistema, podendo ser do tipo elevadora ou abaixadora. As subestações elevadoras são normalmente instaladas após os pontos de geração, elevando o nível de tensão para a redução de perdas de energia e custos com material, seja ele cabo ou estrutura, durante a transmissão. Já as abaixadoras são normalmente instaladas próximo aos centros de carga tendo como função a redução do nível de tensão e com essa redução elas acabam por também evitar inconvenientes para a população como rádio-interferência, campos magnéticos intensos e faixas de passagem muito largas.

1.2.2.2 Subestação Seccionadora

Ainda por Renato (2012), são subestações que mantem o nível de tensão na rede e possibilitam o seccionamento de circuitos, isolando parte do sistema, seja para manutenção ou controle de fluxo de potência.

1.2.3 TIPOS DE SUBESTAÇÃO QUANTO AO NÍVEL DE TENSÃO DE OPERAÇÃO

A Tabela 1.1 representa os tipos de subestação quanto ao nível de tensão de operação, segundo FRANÇA (2012).

Tabela 1.1 - Subestação quanto ao nível de tensão de operação

Baixa Tensão	Subestação com tensão de operação de até 1000V.
Média Tensão	Subestação com tensão de operação entre 1000V a 35kV.
Alta Tensão	Subestação com tensão de operação entre 35kV a 230kV.
Extra Alta Tensão	Subestação com tensão de operação entre 230kV a

	800kV.
Ultra Alta Tensão	Subestação com tensão de operação acima de 800kV.

Fonte: autores, 2018

1.2.4 TIPOS DE SUBESTAÇÃO QUANTO A SUA INSTALAÇÃO

1.2.4.1 Subestação ao Tempo

São subestações onde o ar é o isolante elétrico entre os equipamentos que compõem a subestação. Os equipamentos devem possuir condições de operação específicas para a operação com exposição às intempéries de um ambiente aberto, assim como o distanciamento mínimo entre seus equipamentos considerando o ar como meio isolante entre eles. (FRANÇA, 2012)

1.2.4.2 Subestação Abrigada

São subestações que situam-se próximo ao centro de carga, conforme citado por Renato (2012), em edificações ao nível do solo, semienterrada ou subterrâneas, estando assim protegidas de intempéries. Essas edificações podem ser em alvenaria ou em cabines metálicas. Geralmente são subestações elétricas de consumidor, normalmente abastecidas pela concessionária em média tensão, que têm como função a manobra, medição, proteção e transformação da energia.

1.2.4.3 Subestação Blindada

Ainda por Renato (2012), são subestações que possuem todos os seus equipamentos localizados dentro de invólucros metálicos, tendo como principal característica serem mais compactas que as demais. Os equipamentos dessa subestação são protegidos e isolados em óleo, com material sólido, ou em gás, sendo ele ar comprimido ou SF₆. Podem chegar a até 10% de uma subestação convencional com baixa manutenção e operação segura garantida por estar contida em invólucros metálicos. Seu uso varia em níveis de tensão de até 500kV.

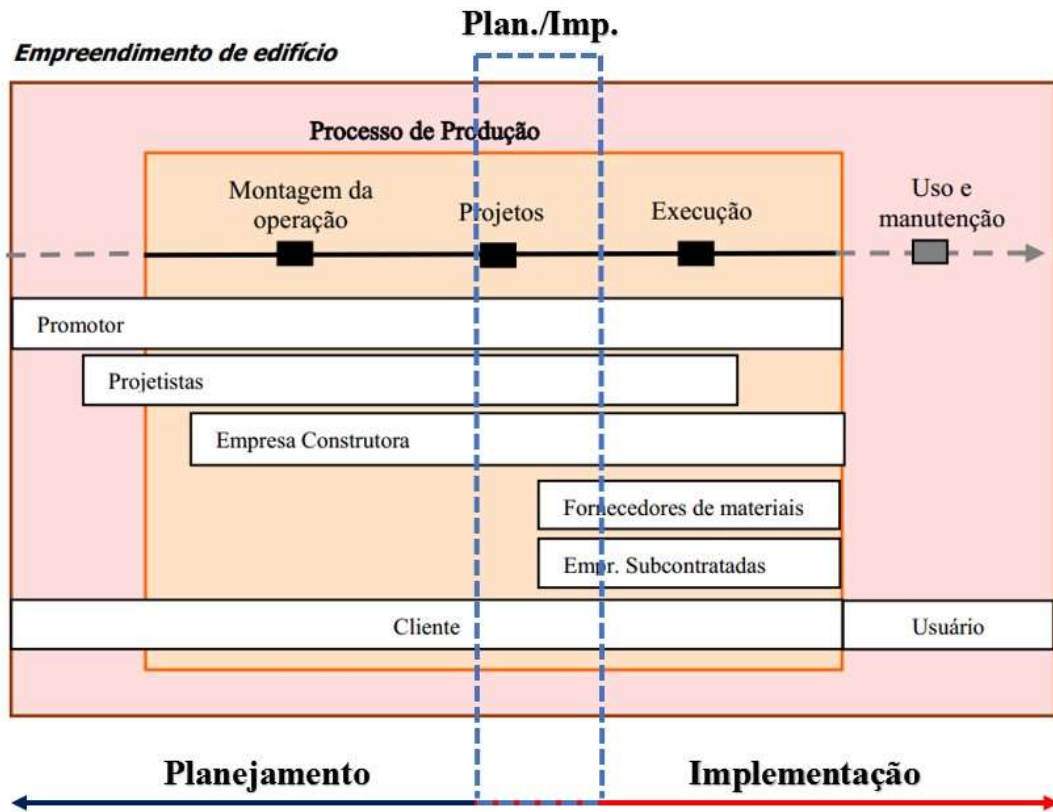
Apesar de muito interessante, ainda apresentam certas desvantagens, como necessitar de mão de obra com treinamento especializado e as operações de chaveamento manobra não poderem ser visualizadas, apenas supervisionadas por indicadores luminosos. Ex. Subestação de Itaipu.

1.3 CICLO DE VIDA DE EDIFICAÇÕES

No contexto da construção civil os edifícios, produtos gerados pela indústria de construção imobiliária, são, sem dúvida, caracterizados por sua singularidade. O grande tamanho, elevado valor, longa vida útil, importância social e econômica, variabilidade do mercado consumidor e a inserção urbana e cultural das edificações conferem a estes produtos um caráter único e particular dentro das estruturas produtivas e de consumo da sociedade. (FABRÍCIO, 2002 apud LUIZ, 2018)

O empreendimento imobiliário pode ser organizado e subdividido em duas grandes fases, uma de formatação e planejamento e outra de implantação. As decisões de caráter estratégico tomadas na fase de formatação e planejamento impõem diretrizes e metas para a fase de implantação do empreendimento. A Figura 1-5, exibe a integração das fases do empreendimento com os agentes de projeto, segundo Fabrício (2002), com destaque para a sobreposição dos conceitos de planejamento e implementação (área marcada), que coincide com o intervalo em que todos os agentes do projeto estão atuando.

Figura 1-5 - Adaptado de Fabrício et al. (2002)



A Figura 1-5 que apresenta o papel dos projetos dentro do fluxo do ciclo de vida do empreendimento.

Figura 1-6 - O ciclo de vida do empreendimento e o processo de projeto de edificações (ROMANO et al., 2005).



Fonte: Adaptado pelos autores

Dentre os conceitos presentes no ciclo de vida segundo Romano et al. (2005) destacam-se:

- Pré-projeção – corresponde à fase de “planejamento do empreendimento”. Envolve a elaboração do plano do projeto do empreendimento, principal resultado da fase.
- Projeção – envolve a elaboração dos projetos do produto-edificação (arquitetônico, fundações e estruturas, instalações prediais) e os projetos para produção (fôrmas, lajes, alvenaria, impermeabilização, revestimentos verticais, canteiro de obras). Decompõe-se em cinco fases denominadas a) projeto informacional, b) projeto conceitual, c) projeto preliminar, d) projeto legal e e) projeto detalhado & projetos para produção. Os resultados principais de cada fase são, respectivamente, a1) as especificações de projeto e o partido geral da edificação, b1) o projeto preliminar da edificação, c1) o projeto de arquitetura aprovado e o projeto de prevenção contra incêndio pré-aprovado e; e1) o projeto detalhado e os projetos para produção da edificação.

- Pós-projeção – envolve o acompanhamento da construção da edificação e o acompanhamento do uso. Os resultados principais de cada fase incluem, respectivamente, a retroalimentação dos projetos a partir da obra e da avaliação de satisfação pós-ocupação.

Logo o projeto de subestações, bem como sua execução permeia as etapas de planejamento, execução e entrega de um empreendimento, e em grande parte das oportunidades, a execução das subestações é um serviço prestado por uma empresa especializada no ramo.

Ainda sob a ótica da construção civil, conforme representação da Figura 1-7, **Erro! Fonte de referência não encontrada.** os quatro agentes compõem a relação para a entrega de um produto no mercado imobiliário, fato este que pode ser transposto para outras tipologias dentro da construção civil.

Figura 1-7- Os principais participantes de um empreendimento de construção.



Fonte: LUIZ, 2018

Destacam-se os papéis de:

Projetista: desenvolve o projeto e presta assistência técnica à obra esclarecendo possíveis dúvidas durante a fase de execução da obra e adequá-la às situações surgidas, diferentes das previstas.

Empreiteiro: responsável pela execução da obra, nomeando assim um responsável técnico pela obra, o qual tem como responsabilidade orientar na execução da obra, dirigir a equipe de trabalho, motivando e zelando por sua segurança.

1.4 CONCEITO DE PROCESSO, PROCESSO DE NEGÓCIO E MAPEAMENTO/MODELAGEM DE PROCESSO

O *BPM CBOOK*¹(2013), define que os processos são agregações de atividades e comportamentos executados para um ou mais resultados. Levando em consideração este conceito, o mesmo órgão institui que processo de negócio é um trabalho que entrega valor para os clientes ou apoia/gerencia outros processos, sendo que este trabalho pode ser de ponta a ponta interfuncional e até mesmo interorganizacional. A noção de trabalho ponta a ponta interfuncional é chave, pois envolve todo o trabalho, cruzando limites funcionais necessários para entregar valor para os clientes.

Ainda segundo o *BPM CBOOK*, os processos de negócio podem ser divididos em três grupos: os primários – que agregam valor diretamente ao cliente; os de suporte, que desdobram valor para outros processos e os de gerenciamento – que têm propósito de medir, monitorar e controlar as atividades.

Por fim, o *BPM* fundamenta que o mapeamento de processos (levantamento do processo “AS IS”) tipicamente fornece uma visão mais abrangente dos principais componentes do processo, mas as ferramentas de mapeamento variam de níveis mais altos a mais baixos.

Em síntese, o mapeamento de processo pode ser caracterizado como uma ferramenta ou método que tem como finalidade identificar as informações, as partes interessadas, as especializações, os recursos necessários para entender os processos de uma organização. Esta fase inicia-se com o desenho do processo atual, o “como é” ou modo “AS-IS”, e termina

¹O *Business Process Management Institute (BPMI)* é uma comunidade de profissionais de *BPM (Business Process Management)* em tradução livre, gerenciamento de processos de negócio, reconhecida mundialmente, possui mais de 50.000 membros. Além de treinamentos e certificações, o BPMI é o responsável pela produção e atualização do *BPM CBOOK (Business Process Management Common Book of Knowledge)* que é um guia para gerenciamento de processos de negócio que reúne o conhecimento fundamental aos profissionais que atuam em iniciativas de Gestão por Processos

com o desenho do processo que se deseja, o “como deve ser” ou modo “*TO-BE*” (MCMANUS; MILLARD, 2002). O desenho “*TO BE*” também pode ser entendido como a modelagem do processo, apesar do conceito de modelagem ser mais amplo, podendo abranger processos não existentes no desenho atual.

1.5 CONCEITO DE PROJETO

Segundo o PMI² (PMBOK, 2017) projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Os projetos e as operações diferem, principalmente, no fato de que os projetos são temporários e exclusivos, enquanto as operações são contínuas e repetitivas. Este conceito se aplica em diversas situações e subprodutos da construção civil, sendo possível aplicar o conceito ao empreendimento em si, envolvendo todo o seu ciclo de vida ou a uma subparte do empreendimento, como um serviço específico ou até mesmo um desenho de engenharia.

Segundo a NBR 16636-1 (ABNT, 2017), projeto é a representação do conjunto dos elementos conceituais, desenvolvida e elaborada por profissional legalmente habilitado, necessária à materialização de uma ideia, realizada por meio de princípios técnicos e científicos, visando a consecução de um objetivo ou meta, adequando-se aos recursos disponíveis, leis, regramentos locais e às alternativas que conduzam à viabilidade da decisão.

1.5.1 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA E FERRAMENTAS DE PROJETO

Compatibilizar é sobrepor desenhos e associar esta análise gráfica a outros quesitos reunidos em *checklists* para integrar os diversos projetos, as soluções e as especificações adotadas por cada disciplina de projeto. Nesta atividade a experiência é determinante, porque mesclam diferentes simbologias gráficas costumeiramente em desenhos, seja em meio digital ou impresso, exigindo um exercício de abstração (BELLAN, 2009; SILVA; NOVAES, 2008).

² O *Project Management Body of Knowledge*, também conhecido como *PMBOK®*, é um conjunto de práticas em gerência de projetos formulado pelo *Project Management Institute (PMI)* e constitui a base da metodologia de gerência de projetos do *PMI*. Essas práticas são compiladas na forma de um guia, chamado de Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos, ou Guia *PMBOK*. Ele foi reconhecido, em 1999, como um padrão de gerenciamento de projetos pelo *ANSI – American National Standards Institute*.

Entre as ferramentas de projeto mais utilizadas para projetos de subestação, citam-se: E-plan, Ecodial, Autocad, ProElétrica, Revit entre outros. Dentre estas ferramentas cabe ressaltar as que são alinhadas com o conceito da Modelagem da Informação da Construção que compreende muitas das funções necessárias para representar todo o ciclo de vida de um projeto, fornecendo a base para uma nova forma de projetar, construir, gerenciar e utilizar um empreendimento. Quando adotado corretamente, contribui para um processo de concepção e construção mais integrado, o que gera empreendimentos de maior qualidade a custos e durações menores (EASTMAN *et al.*, 2011).

1.6 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é mapear e modelar os processos de projeto, construção e aprovação de subestações de consumidor em média tensão no estado de Goiás, identificando divergências entre o que é projetado e o que é executado. Através da análise feita, propor possíveis soluções e melhorias no ciclo de vida de uma subestação que minimizem ou anulem os problemas encontrados.

1.7 JUSTIFICATIVA

Conhecendo a necessidade intrínseca do homem moderno por energia elétrica e a lacuna nas produções científicas sobre subestações, notou-se a viabilidade de explorar a complexidade deste assunto. Além destas lacunas que geraram a oportunidade do trabalho de conclusão de curso, existe também uma motivação pessoal.

Como se uníssemos 'o útil ao agradável' optamos por empregar conhecimentos adquiridos no estágio, ao longo do curso de graduação em Engenharia Elétrica e exaustivas pesquisas, para mapear e modelar os processos de projeto, construção e aprovação de subestações de consumidor em média tensão no estado de Goiás, e conjuntamente analisarmos divergências entre o projetado e o efetuado.

Pensando que cada vez mais a dependência da sociedade, com relação à eletricidade, aumenta, faz-se necessário que o ciclo de vida da subestação torne-se mais eficiente garantindo a construção de um subestação que fiança segurança e qualidade na energia fornecida.

Como um incentivo a mais que ratifica a importância do trabalho, observou-se que este é assunto minoritário aplicado as produções na Universidade Federal de Goiás, o que pode incentivar outros alunos a explorarem mais o tema, assim como os demais ligados a áreas relacionadas as várias ramificações das subestações.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 LEVANTAMENTO DE PONTOS PASSÍVEIS DE MELHORIAS

Tendo em vista a necessidade de uma visão geral de todo o processo para a construção de uma subestação, buscou-se entender quais as etapas que o compõe, a dependência entre elas, tempo de duração médio de cada etapa, os responsáveis e envolvidos em cada uma delas e os principais problemas, dificuldades ou desafios encontrados no decorrer de todo o processo.

Para que processo fosse montado com todas as etapas citadas, buscou-se três visões distintas de pessoas envolvidas e etapas diferentes desse processo. São elas: A visão da concessionária de energia, visão de projetistas e por último a visão de executores do projeto. Para isso, quatro entrevistas foram realizadas durante o estudo e para nortear essas entrevistas, foram elaborados questionários que serviram como material base para todas as entrevistas realizadas, não ficando as conversas limitadas apenas ao conteúdo abordado nesses questionários.

Ao elaborar os questionários tomou-se como base a pesquisa bibliográfica realizada, principalmente a norma técnica NTC-05 da ENEL Distribuição. Apesar de tratarem-se de questionários distintos, os objetivos principais foram comuns. Sendo eles: Descobrir quais são as principais dificuldades e desafios que cada envolvido no processo encontra na etapa em que está inserido, a troca de informações entre os envolvidos, a forma como é feito e tratado o planejamento e a conferência do que foi realizado em cada etapa quando essa chega ao fim.

Cada reunião teve duração média de uma hora. A primeira foi realizada na ENEL Distribuição com três engenheiros responsáveis pela aprovação de projetos e Análise de Viabilidade Técnica (AVT), a segunda e a quarta entrevista foram realizadas com empresas executoras de projetos de subestação, sendo, na ordem, o consultor de vendas da primeira empresa, especializada na produção de painéis de baixa e média tensão e um engenheiro eletricista, dono da segunda empresa. A terceira entrevista, aconteceu com um engenheiro eletricista, sócio de uma empresa especializada em design de instalações elétricas, hidrossanitárias e de combate à incêndio. Durante a entrevista os entrevistados relataram os principais desafi-

os e dificuldades que encontram durante o ciclo de vida de uma subestação, cada qual com a visão da etapa pela qual é responsável.

2.2 MAPEAMENTO DE PROCESSO

Após as entrevistas terem sido realizadas e baseando-se nessas, foi mapeado o ciclo de vida da subestação de consumidor, visando abranger de forma geral todas as etapas do processo, para melhor planejar, executar e controlar o processo construtivo de uma subestação de consumidor, sendo possível identificar quais etapas apresentam pontos passíveis de melhorias.

Mapeamento de processo pode ser caracterizado como uma ferramenta ou método que tem como finalidade identificar as informações, as partes interessadas, as especializações, os recursos necessários para entender os processos de uma organização. Esta fase inicia-se com o desenho do processo atual o “como é” ou modo “AS-IS” e termina com o desenho do processo que se deseja, o “como deve ser” ou modo “TO-BE” (MCMANUS; MILLARD, 2002).

Para o mapeamento do processo de SE de consumidor, foi levado em consideração as etapas do processo da construção civil que estão ligados diretamente a engenharia elétrica da subestação, envolvendo projetistas, analistas de projeto, executores do projeto e fornecedores de equipamentos e materiais elétricos para SE. Não sendo objeto de estudo as etapas de demais disciplinas de projeto como por exemplo projeto estrutural e projeto arquitetônico.

2.3 MODELAGEM DE PROCESSO

Baseado no levantamento bibliográfico, apontamentos realizados por todos os entrevistados e tendo em vista o mapeamento realizado, foi modelado o processo de subestação de consumidor. Foi feito primeiramente uma modelagem do macroprocesso, sendo iniciado na etapa de concepção do projeto e findada na etapa de energização da SE. Em seguida, buscou-se realizar a modelagem dos subprocessos. O nível de detalhamento dos subprocessos foi diferente de um para outro, tendo em vista o acesso limitado sobre informações detalhadas das etapas de cada subprocesso, principalmente etapas de subprocessos da concessionária.

Para a modelagem do ciclo de vida baseou-se na utilização do BPM. “BPM (sigla para Business Process Management, ou Gestão de Processos de Negócio, em português) é o conjunto de práticas focadas na melhoria contínua dos processos.” (DE ALMEIDA, 2005). O BPM tem como objetivo analisar, implementar, controlar e transformar continuamente processos do começo ao fim. Dessa forma, optou-se pela utilização do Bizagi com ferramenta para modelagem do ciclo de vida em estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ENTREVISTAS

3.1.1 ENTREVISTAS COM ANALISTAS ENEL

A primeira entrevista foi realizada com três engenheiros eletricitas que trabalham na concessionária Enel Distribuição Goiás. Segundo os analistas, a ENEL apresenta um processo padrão para aprovação de projetos de subestação baseado nas normas técnicas, no entanto cada projeto apresenta suas particularidades, que muitas vezes não estão explicitadas em norma, cabendo ao analista utilizar de bom senso e de seus conhecimentos técnicos para a aprovação imediata ou definição de quais correções devem ser realizadas no projeto. Com isso, apesar dessa padronização no processo de aprovação, torna-se inevitável a subjetividade do analista, mesmo que mínima, devido as particularidades de cada projeto. Em concessionárias onde não existe a padronização desse processo, a subjetividade aumenta, podendo ser considerado um problema extremamente relevante.

De acordo com a entrevista, a concessionária mencionada ainda não apresenta um processo padrão para a vistoria de obras, apesar de ser a etapa mais criteriosa do ciclo de vida do processo construtivo de uma subestação. A ausência de um processo padrão aumenta a presença de subjetividade no momento da vistoria sendo ainda mais agravada devido o setor de vistoria não estar centralizado em apenas um local, como é o caso do setor de análise de projetos, que está distribuído entre as regionais.

As normas demonstram as diferentes formas com que podem ser apresentadas a entrada, medição, proteção e transformação. Considerando-se cada uma dessas como módulos,

cabe ao projetista fazer um arranjo desses módulos de maneira a atender a realidade do seu projeto da melhor maneira possível, de forma simplificada e seguindo as exigências normativas referentes. Para isso, a concessionária recomenda que o porquê dessas escolhas seja notável no projeto e em seu memorial técnico descritivo, a fim de que não gere dúvidas para o analista do projeto e principalmente para quem irá executá-lo.

Mediante a ausência de detalhamento do projeto, pode-se gerar uma falha na interpretação da realidade por parte do analista, fazendo com que o mesmo aprove o projeto e no momento da vistoria da obra ocorra uma reprovação, tornando-se necessário a reaprovação e adequações em obra. Um exemplo recorrente disso relatado pelos analistas, é a falta de informações sobre o local da medição, que no projeto apresentava-se aparentemente em um local acessível, mas no momento da vistoria é notado que o local é de difícil acesso para o funcionário da concessionária. A ausência do detalhamento de informações pode gerar não apenas à interpretações errôneas por parte do analista, mas também falhas no momento da execução desse projeto.

Pensando em equipamentos comprados com especificações diferentes das exigidas em norma para o projeto, tubulações, barramentos, eletrocalhas e fiações inadequadas para a finalidade que irão atender, gerando não apenas uma necessidade de reaprovação do projeto, mas também grades prejuízos financeiros.

Ainda foi explicitado que existem muitos projetos realizados em que os projetistas cruzam a rede particular com energia medida projetada com a rede ENEL, gerando assim uma reprovação desse projeto. Muitas vezes essa reprovação é questionada por não haver algo em norma que explicita essa proibição, no entanto, considerando o fator segurança de acordo com a NR-10, se a concessionária precisar realizar uma manutenção dessa rede apenas a desenergização da rede da concessionária não garante ausência de energia na mesma devido a esse cruzamento.

Observou-se também, que os maiores problemas de uma subestação que foram objetos de análise para estudos já publicados se devem a falta de manutenção periódica, principalmente preventiva em subestações de consumidor. A falta de obrigatoriedade normativa, ou alguma penalidade faz com que a necessidade dessa manutenção seja subestimada por parte do consumidor. Segundo os analistas entrevistados, existem alguns projetistas que juntamente com o projeto enviam também, um plano de manutenção

periódica e preventiva da subestação. Sendo que a concessionária não pode obrigar que isso seja realizado para todos os projetos, por não estar previsto em Norma, mas o incentivo pode ser realizado, tanto por parte da própria concessionária, quanto dos projetistas ou fornecedores, reduzindo assim as possíveis chances de danos futuros, sejam eles materiais ou à vida.

Mesmo com as especificações devidamente feitas e indicadas muitas vezes ainda existem divergências entre projeto e obra. Comumente isso ocorre devido a falta de comunicação entre projetistas, fornecedores e profissionais responsáveis pela execução da obra. Gerando casos como projetistas indicando especificações que não apresentam fornecedores para a obra em questão, obra realizando compra de equipamentos que consideram similares aos especificados pelo projetista, mas que irão gerar problemas normativos e/ou de execução do projeto, adaptações de projeto realizadas em obra devido a alguma inviabilidade construtiva gerando necessidade de reaprovação do projeto, entre outros. Em alguns casos essas divergências ocorrem devido a quebra do ciclo de vida do processo construtivo da subestação, ou seja, a obra é iniciada antes da aprovação do projeto.

Empresas já atuantes no domínio de uma concessionária, tentam empreender projetos similares em concessionárias diferentes, gerando divergências no momento de aprovação, por vezes que o que é permitido em uma concessionária é proibido em outra; outras vezes porque a concessionária em questão desconhece algo que já é realizado em projetos de outras concessionárias ou em muitos casos não há fornecedores e/ou mão de obra qualificada, na região da realização da obra. Atualmente a ENEL vivencia os problemas causados por essas divergências de norma, pois neste momento a ENEL está presente em quatro estados, Ceará, Goiás, Rio de Janeiro e agora em São Paulo, por isso está passando por um processo de uniformização das suas normas e encontra algumas dificuldades devido as particularidades de cada estado em suas redes, projetos e obras.

Por fim, projetos de grande porte ou que por algum outro motivo cuminam numa longa duração para sua realização e aprovação podem apresentar alterações em fatores externos durante o processo que poderão impedir a aprovação do mesmo. Fatores como mudanças na rede de derivação, vencimento do Atestado de Viabilidade Técnica (AVT) ou do estudo de ordenação.

Tabela 3.1- Apontamentos ENEL x fase do processo

CP	LC	NC	ECP	PSE	APR	OBRA	SRER	PER	CONT	VIST	LIG
Compra de equipamentos com especificações diferentes das indicadas em projeto						X					
Ampliação da carga do empreendimento ativo, com a carga energizada já com inconformidades normativas					X					X	
Divergências construtivas entre obra e projeto						X					
Equipamentos especificados em projeto que não apresenta fornecedores para obra em questão				X							
Falta de informações e /ou detalhes em projeto que geram falha na execução desse				X							
Quebra no ciclo de vida do processo construtivo da subestação				X		X					
Particularidades de projeto que não estão claras em norma					X						
Projetos de longa duração com alterações em fatores externos durante o processo que impedem aprovação do mesmo				X		X					

3.1.2 ENTREVISTA COM CONSULTOR DE VENDAS

A segunda entrevista foi realizada com o consultor de vendas de uma empresa especializada na produção de painéis de média tensão da gama SF6 e EVOTECH, para classe de tensão 13,8kV, 24kV e 36kV. Também produzem painéis de baixa TTA Prisma P, Prisma G, Blokset, New Pragma e Mini Pragma, painéis de baixa tensão convencionais, serviços de instalação e montagem de bus-way.

O primeiro ponto levantado foi a dificuldade de confiabilidade em projetos que não trabalhem com plataforma BIM. Segundo o consultor, o mercado da construção civil está evoluindo para que o uso do BIM se torne cada vez mais difundido. No entanto, essa necessidade está sendo mais demandada por partes das construtoras do que dos projetistas, acredita-se que o contrário seria o mais natural, porém não é o que ocorre. Projetos que trabalham em plataforma BIM tem seus problemas de dimensionamento físico e de compatibilização entre projetos, minimizados.

De acordo com a entrevista, com a ausência da utilização de plataformas BIM faz-se necessário refazer parte do projeto referente ao trajeto o qual eles são responsáveis, apresenta-lo ao cliente e somente estando com ele validado começa-se o trabalho em campo. Dessa forma reduz-se o trabalho em campo e minimiza-se o desperdício de materiais. Acredita-se que se caso não fosse necessária essa etapa, o tempo de entrega seria em torno de 30% do necessário atualmente. Além disso, os contratos apresentariam preços menores, devido à redução de custos.

O segundo ponto levantado foi sobre a falta de comunicação entre responsáveis de diferentes fases do ciclo de vida da subestação. A falta de comunicação entre fornecedores e projetistas e até mesmo entre projetistas de diferentes disciplinas pode gerar inúmeros problemas, principalmente quando se refere a dimensionamento de bomba. O consultor exemplifica: Um projetista de pressurização de escada, dimensiona uma bomba, porém não inclui descrições técnicas como polaridade do motor, seu modelo de partida, o que é extremamente essencial para dimensionamento da proteção. Um mesmo motor com partida inércia pode ter sua corrente quase que dobrada, que irá influenciar diretamente em qual proteção será necessária. Assim, como o dimensionamento de cabos e eletrodutos que serão utilizados para sua alimentação, essa previsão também deve ser feita para os dimensionamentos de outro quadro que o alimenta.

A falta de comunicação durante a compra de equipamentos também gera problemas, pois de acordo com o entrevistado, nem todas as especificações indicadas pelo projetista são levadas em consideração, e muitas vezes o projetista não é consultado durante a realização da compra para se verificar qual impacto a troca de um equipamento com especificação distinta a projetada terá em toda a instalação. Esse problema acontece principalmente com equipamentos de custo menos significativos com relação aos demais que serão utilizados. Conversas com fornecedor nas fases iniciais do projeto podem gerar redução de custos, tempo de execução e aumento de qualidade no produto final.

Quando se referencia um fabricante no projeto, visa-se o funcionamento de forma adequada e sinérgica da instalação elétrica como um todo, de acordo com as soluções de engenharia propostas quando projetada. A troca de equipamentos por similares podem gerar funcionamento não satisfatório do que foi projetado, como é o caso de alterações em painéis TTA. Um painel TTA é um produto que teve seu projeto, construção e eficácia previamente verificados por ensaios de tipo em protótipos idênticos ao que lhe está sendo fornecido. Isso faz com que exista montagens e conexões específicas, não sendo possível qualquer tipo de alteração mantendo-se a validade dos testes.

No entanto, o consultor afirma que atualmente, vem-se aumentando a comunicação entre projetista e fornecedor minimizando problemas de dimensionamentos de proteção. O que ainda não ocorreu quanto a compatibilização entre diferentes disciplinas de projeto.

O terceiro ponto levantado foi a desvalorização do tempo necessário e nível de detalhes tratados durante o período de concepção do projeto. Muitos problemas poderiam ser minimizados se antes de se projetar, durante as premissas do projeto, já fosse definido um ou alguns fornecedores que o cliente (construtora) deseja realizar a compra dos seus materiais e equipamentos, pois muitas vezes alguns fabricantes para poderem garantir o bom funcionamento e durabilidade de seus produtos, fazem algumas exigências que podem impactar na maneira com que é projetado e executado parte da obra. Tratando-se disso na concepção do projeto é possível realizar análise de custo benefício.

De acordo com a entrevista, tem-se a cultura de que o projeto é a base para execução da obra e quando fazer-se necessário, ele sofrerá alterações durante a execução o que gera desperdícios, prejuízos e redução de qualidade. No entanto, a base para todo projeto, seja ele de subestação ou qualquer outra disciplina, está na fase de concepção. Se houvesse

uma melhor tratativa de todo o projeto durante essa fase, mesmo que fosse gasto um tempo maior nessa etapa, seria possível diminuir consideravelmente o tempo de execução de projeto e da obra como um todo, assim como redução de custos e prejuízos.

Cabe ao projetista alertar o cliente sobre excessos como superdimensionamentos de cabos, barramentos e grau de proteção de equipamentos, que podem gerar gastos desnecessários. Para isso, durante a concepção do projeto deve-se levar em conta alternativas de equipamentos que sejam adequados tecnicamente, viáveis financeiramente e de fácil manutenção e substituição, evitando-se ou minimizando transtornos futuros. Conversas com fornecedor nas fases iniciais do projeto podem gerar solucionar esses tipos de problema.

A tratativa inadequada durante o processo de concepção gera quebras no ciclo de vida, como a necessidade de início da execução do projeto antes da aprovação desse. Isso pode gerar necessidade de alteração de partes já executadas, gerando novos gastos, desperdícios e atrasos.

O último ponto levantado, foi devido a necessidade de criar-se um plano de manutenção dos equipamentos da subestação. Após a entrega, o cliente é informado sobre qual intervalo de tempo mínimo que cada equipamento deve receber manutenção, quem pode realiza-la e um plano de manutenção dos equipamentos é oferecido ao cliente, poucos são os que aderem. Acredita-se que na maioria dos casos não se preocupa com a manutenção preventiva, muitas nem mesmo com a corretiva, essa só ocorre quando a falta de manutenção está gerando ou poderá gerar um prejuízo palpável ao cliente.

Tabela 3.2- Apontamentos do Consultor de Vendas

	CP	LC	NC	ECP	PSE	APR	OBRA	SRER	PER	CONT	VIST	LIG
Projetos não realizados na plataforma BIM					X							
Não compatibilização entre projetos de diferentes disciplinas	X				X							
Falta de confiabilidade com que está projetado					X							
Necessidade de refazer partes do projeto					X							
Informações técnicas de equipamentos insuficientes					X							
Falta de comunicação entre projetista, fornecedor e executor	X				X		X					
Quebra do ciclo de vida do processo construtivo de subestação	X				X		X					
Desvalorização do tempo necessário e nível de detalhes tratados durante o período de concepção do projeto	X				X		X					
Ausência de informativos quando existem alterações normativas						X						
Ausência de conhecimento, mesmo que aproximado, de quais serão os fornecedores para execução da obra	X											

3.1.3 ENTREVISTA COM PROJETISTA

A terceira entrevista foi realizada com um Engenheiro eletricista, sócio de uma empresa pioneira no desenvolvimento de modelos paramétricos 3D de Projetos, especializada em design de instalações elétricas, design de instalações hidrossanitárias e design de instalações de combate a incêndio. Os pontos levantados pelo engenheiro, na entrevista, serão abordados a seguir.

O primeiro tópico levantado foi com relação as dificuldades enfrentadas quanto ao cliente que vai executar a subestação, ou seja, construtora/incorporadora, que pecam no entendimento do processo de aprovação cuja concessionária estipula prazos internos; das mudanças que a mesma pode vir a gerar no fluxo de obra, em vista de uma não conformidade técnica apresentada. Entre outras mais comuns, como a dificuldade na leitura do projeto, e em atender as solicitações, ou ainda, de encontrar soluções para possíveis falhas em um preço que esteja dentro do orçamento da obra, buscando muitas vezes respostas que apresentem menor custo financeiro, porém não melhor custo benefício, por não atender as prescrições de projeto.

Com relação a reunião de descoberta, geralmente composta, pelos coordenadores de projeto de arquitetura da construtora e mais alguém envolvido da equipe de execução do projeto, foi citada como ponto crítico por não contarem com a presença de um representante dos fornecedores, dado que se tratando de uma obra de aproximadamente três anos, o contrato só é fechado no último ano.

Um questionamento também indagado foi se o design é possível e executável para a obra. Em resposta, a tentativa é fazer algo exatamente assim, por isso a empresa organizou a mudança para a plataforma BIM, no ano de 2015, como principal objetivo aumentar, na parte de subestação, o entendimento e a construtibilidade do que está sendo proposto, pois diferente das instalações elétricas que muitas vezes são flexíveis, de fácil ajustes, as instalações da subestação não o são, então é preciso entender bem.

Com o prazo de aproximadamente um ano, contando as pausas, análises, compatibilizações de entregas e validações, o tempo pra a entrega do design não é um dos motivos mais críticos se considerado no âmbito residencial, o que muda para empreendimentos

comerciais, no qual esse período chega a ser $\frac{1}{4}$ do necessário, considerando que a aprovação fica muito compactada, difícil de gerar.

Em relação à aprovação de projeto, hoje com a transição de CELG para ENEL, é relatado dificuldades com a mudança. A ENEL, visando padronizar uma série de questões fez muitas alterações no setor, internas deles, só que esse processo de padronização está sendo abrupto e radical; estão impondo tomadas de decisões, mudando entendimentos de soluções de projeto no decorrer de uma análise, então muitas vezes o projeto acaba por esbarrar na questão de inviabilidade técnica, inviabilidade de espaço, ou uma inviabilidade financeira para atender a edificação. Mas ela começou a fazer alguns processos de organização, como por exemplo o Sistema Central de Análise de Projetos (SICAP), que é uma plataforma para poder dar celeridade na análise de projeto, mas que ainda está incompleta, não integralizando o nível de curto circuito, e a análise do estudo de coordenação da proteção.

De acordo com o projetista. do ponto de vista de prazos, o sistema está bem melhor. O processo de análise de projeto físico que existia na CELG foi considerado inadequado, por não conseguir atender a demanda e aos prazos que o mercado precisa para dar vazão aos seus projetos. Sem contar o desperdício de papel e o tempo burocrático despendido. Agora com tudo digital, inclusive o laudo, o processo foi otimizado.

Apesar de ter uma sequência de passos que está formalizada no macroprocesso de subestação da empresa, que é mutável e vai se adaptando conforme as necessidades, a maior dificuldade é no entendimento das novidades que a ENEL está trazendo, que ora aceitam dada condição contemplada nas normas, e ora eles mudam esses entendimentos fazendo uma revisão no processo interno deles.

Por último, também é um ponto crítico a quebra no ciclo de vida da subestação, que pode provocar retrabalho tanto da etapa projeto como da execução da obra. Isso pode gerar necessidade de alteração de partes já executadas, gerando novos gastos, desperdícios e atrasos.

Tabela 3.3 - Apontamentos do Projetista

	CP	LC	NC	ECP	PSE	APR	OBRA	SRER	PER	CONT	VIST	LIG
Não entendimento do processo de aprovação							X					
Dificuldade na leitura do projeto					X	X	X					
Compra de equipamentos com especificações diferentes das indicadas em projeto							X					
Reunião de descoberta não conta com a presença dos fornecedores	X											
Inviabilidade de execução do projeto					X							
Prazos curtos para o desenvolvimento de um empreendimento comercial	X				X		X					
Transição CELG-ENEL		X	X			X		X			X	X

3.1.4 ENTREVISTA COM ENGENHEIRO ESPECIALIZADO EM MONTAGEM DE SUBESTAÇÕES DE CONSUMIDOR

A quarta entrevista foi realizada com um Engenheiro eletricitista, dono de uma empresa que atua em parceria com construtoras em empreendimentos comerciais e imobiliários com montagem de subestações para canteiro de obras e definitivo com medições em grupo “A” e “B”. Os pontos levantados pelo engenheiro, na entrevista, serão abordados a seguir.

O primeiro ponto indicado foi a não compatibilização entre projetos de diferentes disciplinas, o que pode gerar inviabilidade de execução conforme projetado. Essa não compatibilização é um dos motivos de ter-se alterações em diferentes disciplinas durante todas as fases da obra. Podendo gerar necessidade de alterações durante a execução, cominando em atrasos e prejuízos de material e mão de obra.

Outro motivo para a necessidade dessas alterações, segundo o engenheiro, é a quebra do ciclo de vida da subestação, ou seja, início da execução do projeto ante a aprovação desse. Isso ocorre muitas vezes por erro de cronograma, quando é desconsiderado o prazo necessário para aprovação no momento da elaboração do cronograma geral. Em subestações abrigadas é possível o início da execução do projeto antes da aprovação desse. No entanto, para subestações com transformador no passeio público, onde será necessário intervenção na rede da concessionária existe uma maior burocracia e fiscalização impedindo que a obra seja iniciada antes da aprovação do projeto.

O segundo ponto indicado foi que durante a execução do projeto, consegue-se reduzir custos estando normativamente correto, no entanto, divergindo do projeto. De acordo com a entrevista, essas alterações ocorrem tanto na alteração de materiais ou equipamentos financeiramente mais viáveis, como propondo novas soluções de engenharia. Um exemplo são as alterações nos painéis de média tensão. Cada fornecedor possui particularidades para fabricação de seus painéis normativamente corretas, porém distintas entre si. Muitas vezes opta-se por utilizar um painel distinto ao especificado em projeto, porém não se comunica ao projetista gerando assim, divergências entre o projetado e o executado.

O terceiro ponto indicado foi sobre a falta de cumprimento de prazos no processo de vistoria por parte da concessionária e a falta de padronização na aprovação, devido a subjetividade

ente analistas. Acredita-se que esses problemas ocorram, provavelmente, devido ao processo de adaptação após a transição CELG D para ENEL Distribuição.

O último ponto abordado foi a não valorização da necessidade de planos de manutenção para os equipamentos presentes na subestação. Tem-se observado que para a maioria dos empreendimentos, não ocorre uma preocupação devida com a manutenção preventiva, quando essa ocorre muitas vezes é devido a exigências externas como corpo de bombeiros, o seguro do empreendimento ou posteriores a acidentes ou prejuízos financeiros.

Tabela 3.4 - Apontamentos do Engenheiro Executor de Projetos de SE

	CP	LC	NC	ECP	PSE	APR	OBRA	SRER	PER	CONT	VIST	LIG
Não compatibilização entre projetos de diferentes disciplinas	X				X							
Quebra do ciclo de vida do processo construtivo de subestação	X				X		X					
Melhores soluções de engenharia são indicadas na fase de execução, gerando divergências entre o projeto e o que foi executado	X						X					
Durante o planejamento do projeto falha-se na estimativa de tempo para cada etapa.	X											
Constantes alterações de projeto de diferentes disciplinas durante todas as fases da obra.	X				X							
Falta de padronização no processo de aprovação de projetos						X						
Não cumprimento de prazos para vistoria da subestação											X	
Ausência de conhecimento, mesmo que aproximado, de quais serão os fornecedores para execução da obra	X											

Desvalorização de planos de manutenção *

Fonte: Autores, 2018

3.2 PRINCIPAIS APONTAMENTOS

Todas as entrevistas realizadas sugerem três impactantes e convergentes pontos de problemas na construção de uma subestação, da etapa de planejamento, passando pela aprovação, até a obra. São eles: a quebra no ciclo de vida de uma subestação, a compra de equipamentos com especificações diferentes das indicadas em projeto e a atual transição da concessionária de CELG para ENEL. Cabe ressaltar que tais temas foram levantados em entrevistas separadas e, portanto, motivadas sem que houvesse influência de terceiros.

Com as entrevistas chegou-se ao entendimento que não há um conhecimento uniforme e suficiente do ciclo de vida como um todo por parte dos envolvidos no projeto de forma total. Caso houvesse um melhor entendimento das etapas que descrevem o processo, não sofreriam alterações ou realização de forma paralela quando na verdade deveriam ocorrer de forma sequencial. Isso pode ser feito, por exemplo, realizando uma tratativa mais adequada do cronograma durante a fase de planejamento, levando em consideração os prazos estipulados pela concessionária, para que esses sejam respeitados.

Ainda na fase de planejamento, a reunião de descoberta deveria contar com a presença de possíveis fornecedores da obra, tendo em mente que cada fornecedor apresenta produtos com diferentes especificidades podendo ainda estar tecnicamente correto. No entanto, essas particularidades irão definir qual será a melhor solução de engenharia para a realização do projeto.

Acredita-se que durante a fase de planejamento, também seja interessante que haja um diálogo entre o projetista e fornecedor, e projetista e executor da obra. O projetista estabelece o design, o fornecedor apresenta a melhor solução presente atualmente no mercado, que atenda ao projeto e o executor vai tratar com o projetista a melhor solução para execução da obra visando a melhor relação custo benefício. Como já citado anteriormente, a reunião tendo sido feita, também implicaria no cessar das compras de equipamentos com especificações diferentes das indicadas em projeto.

Por fim, a transição CELG-ENEL também é abordada, visto que a falta de padronização na análise de projeto devido a mudança é crítica para o ciclo de vida. Sobretudo, isso está sendo melhorado ainda que a ENEL não tenha conseguido uniformizar o processo. Como ela está presente em vários estados, as normas não são padronizadas, e suas exigências,

algumas vezes não estão em norma ou não estão claras em normas. Há também o problema do não cumprimento de prazos de vistoria e de ligação devido o programa de demissão voluntária e a contratação de pessoas sem experiência.

Apesar de não ser um ponto em comum apontado nas três entrevistas, desejou-se destacar um ponto extra. Foi observado o impacto da não comatibilização entre projetos de diferentes disciplinas com o projeto de Subestação. Quando essa não é feita durante a fase de projeto, suas consequências e possíveis problemas só serão percebidos na fase de execução da projeto, pois a concessionária ainda não apresenta formas para verificar essa compatibilidade na fase de aprovação de projetos. Problemas gerados pela falta de compatibilização podem acarretar em atrasos na execução do projeto, pois esse deverá sofrer alterações para que a compatibilização aconteça, e prejuízos financeiros de materias e mão de obra. Um maior disseminação do conhecimento sobre o que é BIM e como utilizar essa plataforma para auxilio na compatibilização de projetos, pode minimizar consideravelente esse problema.

3.3 PROCESSOS MAPEADOS E MODELADOS

Com base nas entrevistas realizadas, na pesquisa bibliográfica realizou-se o mapeamento dos processos envolvidos no ciclo de vida da SE, dividindo-os em três grupos: Os processos de responsabilidade dos projetistas, processos de responsabilidade da concessionária e os de responsabilidade do executor do projeto.

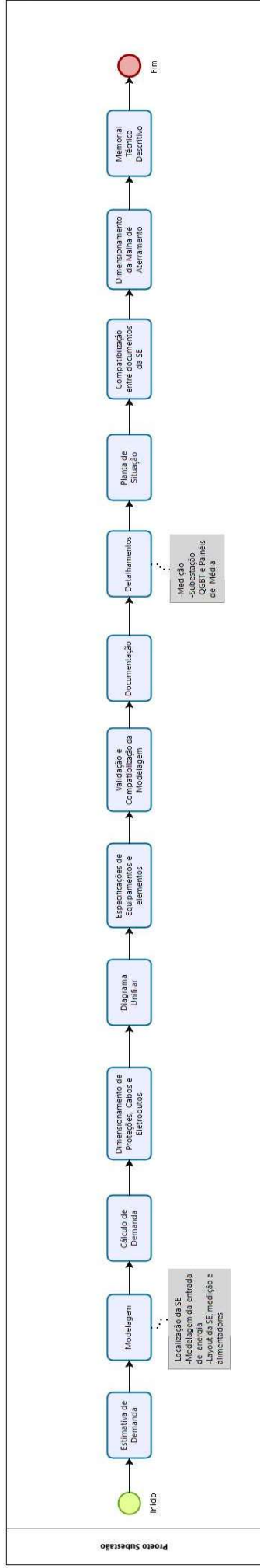
3.3.1 PROJETISTA

O primeiro processo mapeado foi o de elaboração do projeto de subestação. Esse, deve ser iniciado após ter sido gerada a liberação de carga pela concessionária. Primeiramente é realizado a estimativa da carga demanda a qual será atendida pela subestação. Define-se então, a localização e o layout da subestação (caso essa seja abrigada), o layout e a forma que será realizada a medição de energia. Também é estabelecido a entrada de energia, ou seja, o caminho que será percorrido do poste de derivação até o quadro de distribuição geral, passando pela subestação.

Realiza-se então o cálculo de demanda para que em seguida possa ser realizado o dimensionamento das proteções, cabos, eletrodutos e barramentos. Todas as informações obtidas até aí devem ser esquematizadas e evidenciadas no diagrama unifilar e no memorial técnico descritivo. Findada essa etapa, realiza-se a compatibilização do processo de subestação com as demais disciplinas de projeto para que as chances de impossibilidade construtiva se tornem irrelevantes. O processo de projeto de subestação do consumidor foi mapeado e modelado de acordo com a entrevista realizada com o projetista, pesquisa bibliográfica, principalmente a NTC-05. A Figura 3-1 ilustra a modelagem desse processo.

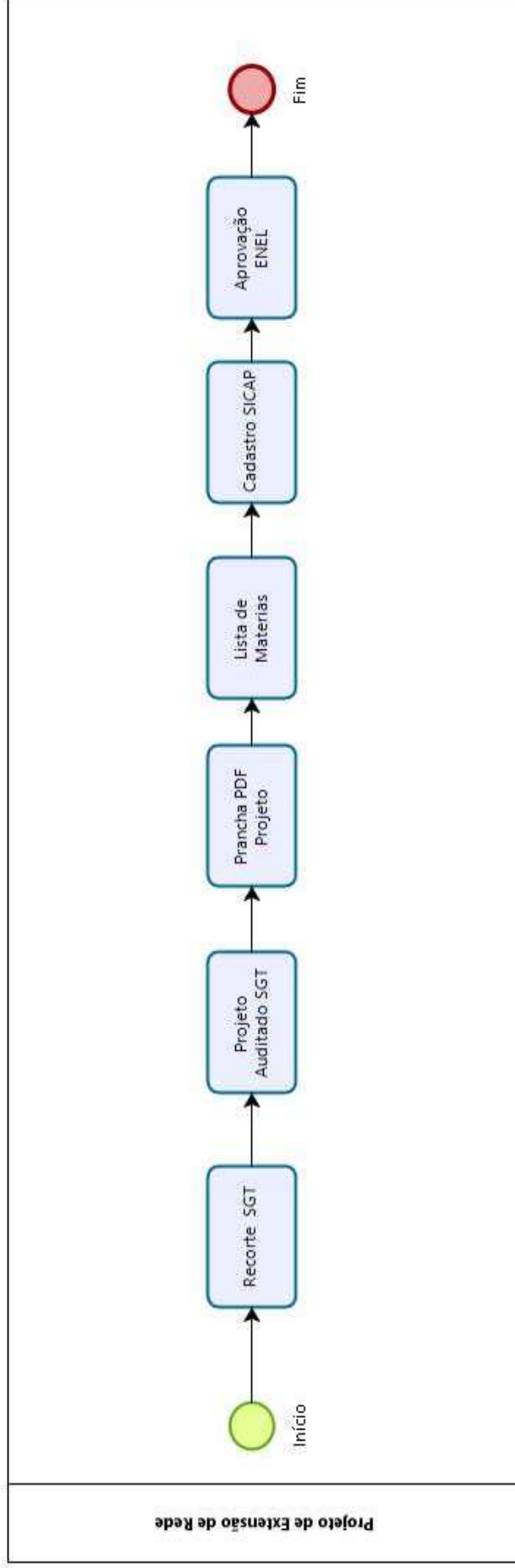
O segundo processo mapeado foi o de elaboração do projeto de extensão de rede, que ocorre em paralelo com a execução do projeto. A extensão de rede se faz necessária quando o poste de derivação da subestação do projeto em execução não apresenta rede de média tensão, devendo ser feita assim, uma extensão de rede até a rede de média mais próxima e/ou mais adequada, sendo isso definido pela concessionária. Para a realização do projeto de extensão de rede deve ser solicitado a concessionária um recorte. A Figura 3-2 ilustra a modelagem desse processo.

Figura 3-1 - Projeto Subestação



Fonte: autores, 2018

Figura 3-2 - Projeto de Extensão de Rede



3.3.2 ENEL

Após a concepção do projeto o projetista deve solicitar a concessionária a liberação de carga. Para cargas acima de 75 kVA é solicitado pela concessionária que se tenha um Atestado de Viabilidade Técnica (AVT), feito pela própria concessionária. Essa, tem um prazo de até um mês para enviar a liberação de carga ao cliente, caso todas as solicitações tem sido atendidas.

A distribuidora avaliará e informará ao cliente sobre as condições de fornecimento e requisitos técnicos necessários para garantir a continuidade e qualidade da energia que será fornecida, inclusive elencando possíveis obras que possibilitem tal atendimento. (ENEL, 2018, p.16)

Após a liberação de carga ser concedida, solicita-se a concessionária o nível de curto circuito no ponto de entrega da obra, para que seja possível ao projetista dimensionar o TC (transformador de corrente) e, se necessário, TP (transformador de potencial) de proteção. Novamente, a concessionária possui o prazo de até 30 dias para enviá-la ao projetista.

O segundo trata-se do processo do estudo de coordenação e seletividade. Para subestações acima de 300kVA a concessionária exige que seja feito um estudo de coordenação e seletividade da proteção.

Na operação dos sistemas elétricos de potência, surgem, com certa frequência, falhas nos seus componentes que resultam na interrupção do fornecimento de energia aos consumidores conectados a esses sistemas [...]. A principal função de um sistema de proteção é assegurar a desconexão de todo o sistema elétrico submetido a qualquer anormalidade que o faça operar fora dos limites previstos. (MAMEDE FILHO; MAMEDE, 2011, p. 1).

“Do ponto de vista do fenômeno, um curto-circuito ocorre quando surge uma resistência muito baixa ou nula entre fases, fase-neutro e fase-terra de uma fonte de alimentação, de um dado circuito da instalação” (SANTOS; ROSA; TRESTINI, 2014). Quando isso acontece a corrente se eleva para valores muito maiores a corrente nominal, quando ausentes dispositivos de proteção, ocorrem danos a equipamentos, cabos, barramentos e isoladores, pois esses foram dimensionados para suportarem apenas as correntes nominais.

Além da necessidade de dimensionamento das proteções também se faz necessário sua seletividade. Isso ocorre para que cargas que não foram afetadas pelo curto não fiquem inutilizadas até que o problema seja solucionado. No estudo exigido pela concessionária é necessário apresentar um memorial de Cálculo de Coordenação da Proteção com coordenograma completo, um catálogo de relé de sobrecorrente e uma tabela com tempo de atuação das proteções, mostrando as curvas de atuação ou equação da mesma.

Após concluído o estudo, esse deve ser analisado pela concessionária, que tem o prazo de 30 dias para fazê-lo. Estando aprovado o projetista pode iniciar desenvolvimento do projeto de subestação.

Finalizado o projeto, esse deve ser submetido a análise da concessionária. Para isso o projeto deve ser cadastrado no SICAP, disponibilizando a devida documentação por ele solicitada e o projeto que se deseja a aprovação. A ENEL divide essa análise em duas, na primeira o projeto é submetido ao mercado, um departamento da ENEL que tem como função analisar apenas a documentação do projeto. Sendo aprovada por esse departamento, o projeto segue para o CAP, onde o projeto será analisado quanto o seu atendimento as normas técnicas, clareza e compatibilidade de informações.

Para a realização da análise a concessionária tem o prazo de 30 dias contados a partir do momento que o CAP recebe o projeto. Caso sejam necessárias alterações requisitadas pela ENEL, essas serão solicitadas ao projetista por meio do SICAP. Atendidas as solicitações, o projetista deve reenviá-lo para ENEL, que terá novamente um prazo de 30 dias para a realização da nova análise.

Caso seja aprovado, a execução do projeto pode ser inicializada, essa deve seguir fielmente as indicações e soluções de engenharia propostas durante a realização do projeto, caso por algum empecilho seja necessário mudanças do projeto, seja ela de equipamentos, trajetos de tubulação e barramentos ou layout, essas devem ser discutidas com o projetista e o projeto reaprovaado na concessionária.

O recorte é enviado como um arquivo do software SGT PROJ, um software de é o sistema de Geoprocessamento para Gestão Técnica das Redes de Distribuição de Energia Elétrica da ENEL. Nesse mesmo software deve ser realizado o projeto de extensão de rede e esse arquivo deve ser enviado para a análise da ENEL, juntamente com o arquivo pdf da prancha

do projeto e a lista de materiais que serão utilizados. Para a realização da análise e aprovação do projeto deve-se seguir os mesmos procedimentos realizados para a aprovação do processo de subestação.

Aprovado o projeto de extensão de rede e findado a execução do projeto de subestação, pode ser solicitado a vistoria da obra pela concessionária, tendo essa um prazo de até 30 dias para realizá-la. Durante a vistoria será analisado se existe completa compatibilidade entre o projeto e o que foi executado. Caso existam divergências, aquele que estiver normativamente incorreto deve ser alterado. Se ambos estiverem adequados normativamente cabe a construtora a decisão de reaprovação de projeto ou modificação daquilo já executado para que exista compatibilidade entre ambos. Normalmente opta-se pela não alteração do projeto. Sendo aprovado pela vistoria a ENEL tem o prazo de até 15 dias para energização da subestação.

Para mapear e modelar os processos da ENEL vinculados ao ciclo de vida da subestação, tomou-se como base a visão de projetistas e executores de projeto, pois a concessionária não achou adequado a externalização de seus processos. Por isso, devido à falta de informações apenas os processos de liberação de carga (Figura 3-3), nível de curto circuito (Figura 3-4), análise no estudo de coordenação da proteção (Figura 3-5), análise do projeto de subestação (Figura 3-6) e o processo de análise de projetos de extensão de rede (Figura 3-7) foram modelados e mapeados, ainda sim de maneira superficial.

Figura 3-3 - Liberação de carga

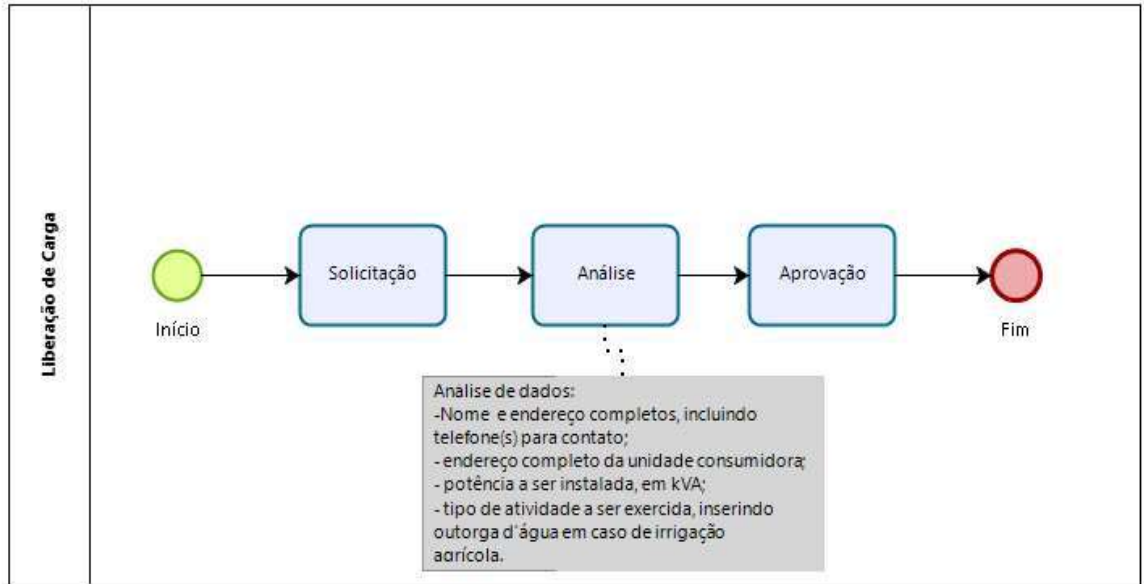


Figura 3-4 - Nivel de Curto Circuito

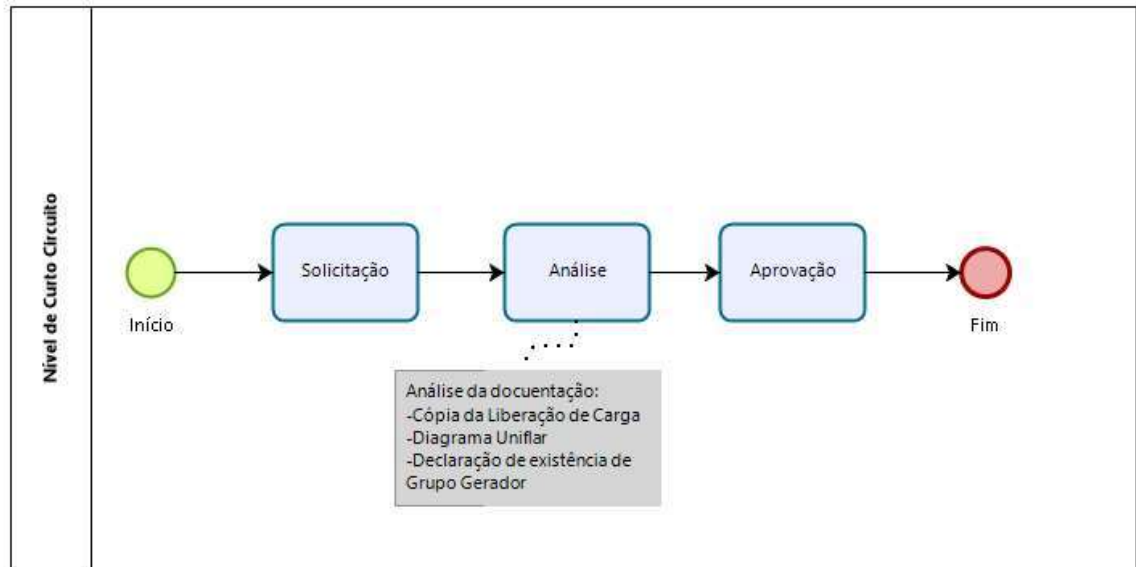


Figura 3-5 - Análise do Estudo de Coordenação e Proteção

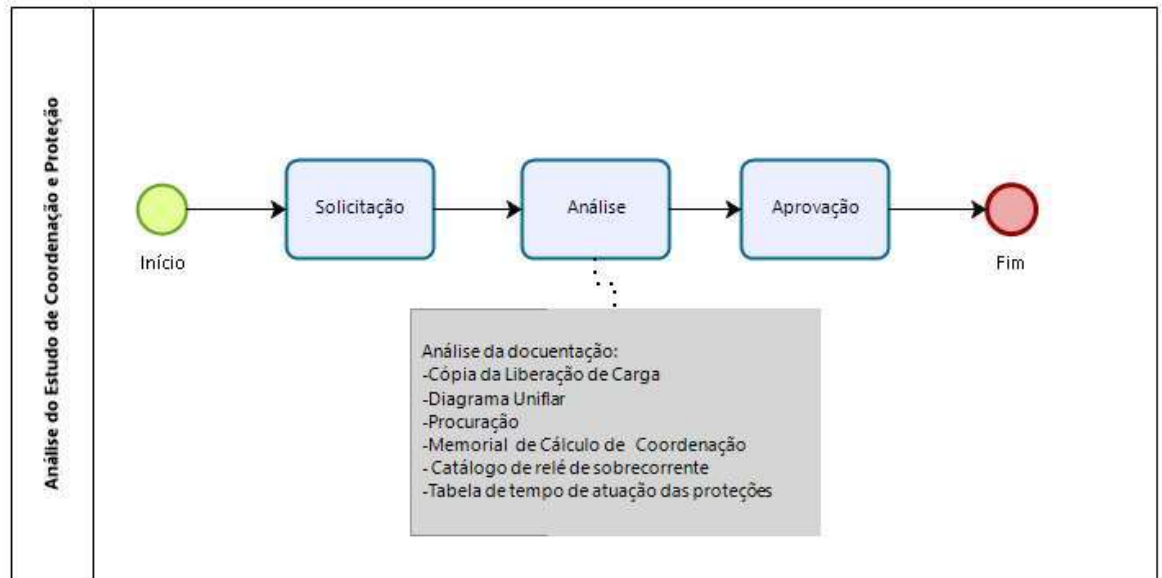
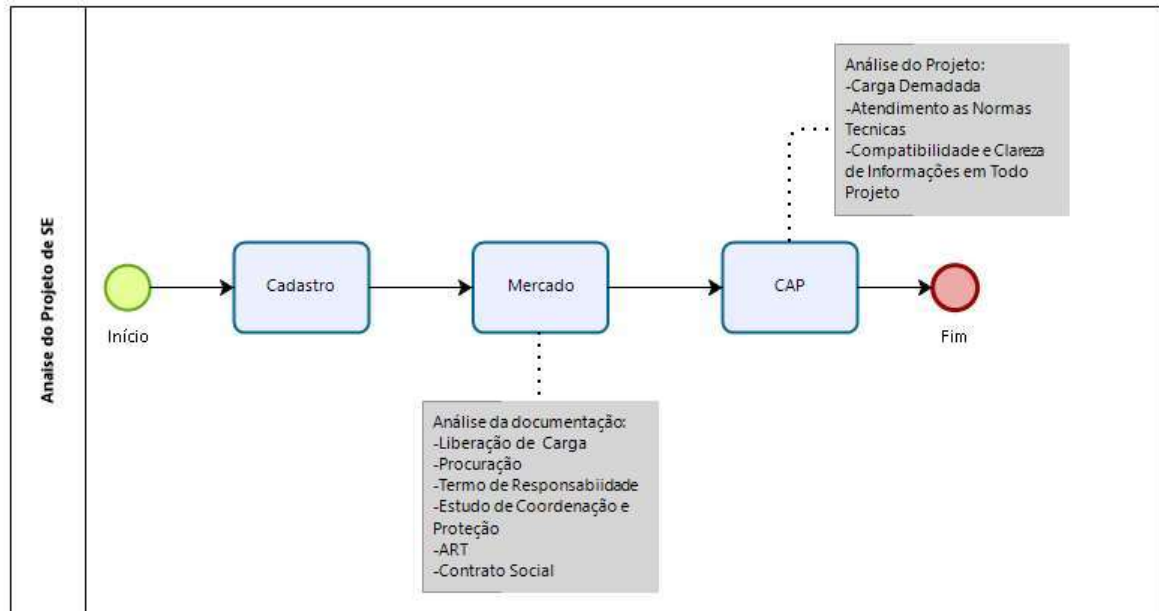
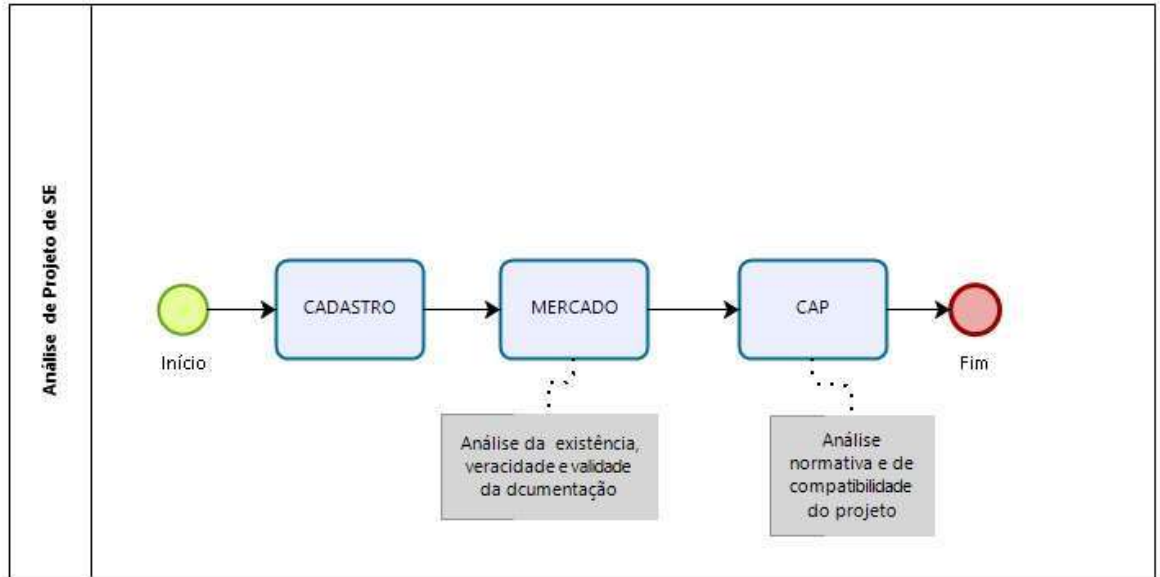


Figura 3-6 - Análise do Projeto de SE



Fonte: autores, 2018

Figura 3-7 - Análise de Projeto de SE

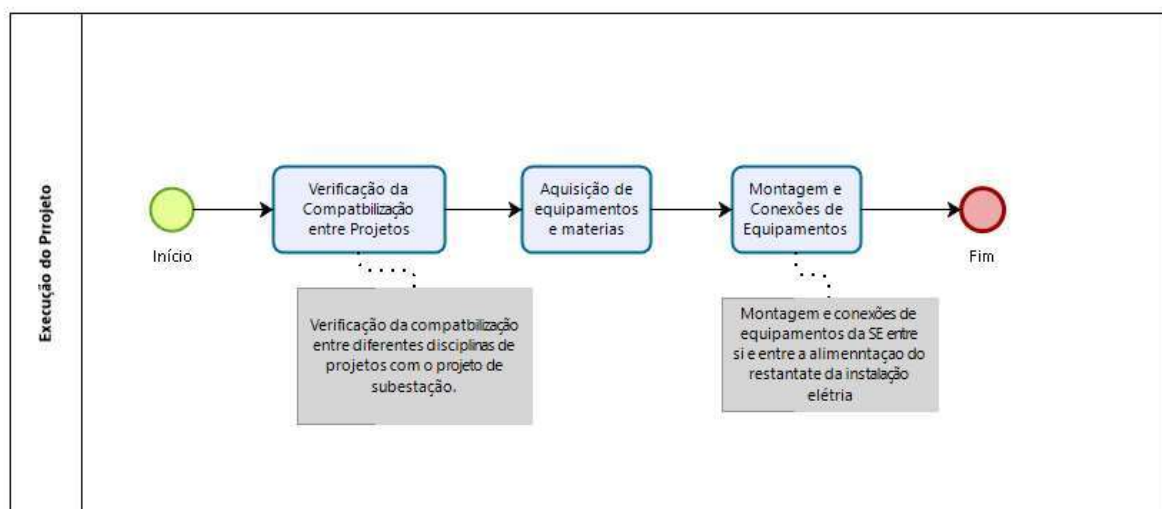


3.3.3 OBRA

Após a aprovação do projeto pela concessionária a sua execução pode ser iniciada. Na primeira etapa o executor da obra faz uma análise geral do que foi projetado verificando principalmente se existe compatibilização entre os demais projetos e o projeto de subestação. Ainda nessa etapa busca-se visitar o canteiro de obras para verificar a ausência de incompatibilidades, pois durante a execução de projetos de outras disciplinas, também podem ocorrer alterações.

Findada essa etapa inicia-se a aquisição ou fabricação de equipamentos e matérias que irão compor a subestação. Por último, realiza-se o processo de instalação dos equipamentos da subestação e conexões entre eles, através de barramentos e condutores. O mapeamento e modelagem do processo de execução do projeto, foi realizado apenas com base no que foi abordado durante as entrevistas, a Figura 3-8 ilustra esse processo.

Figura 3-8 - Execução do Projeto



Fonte: autores, 2018

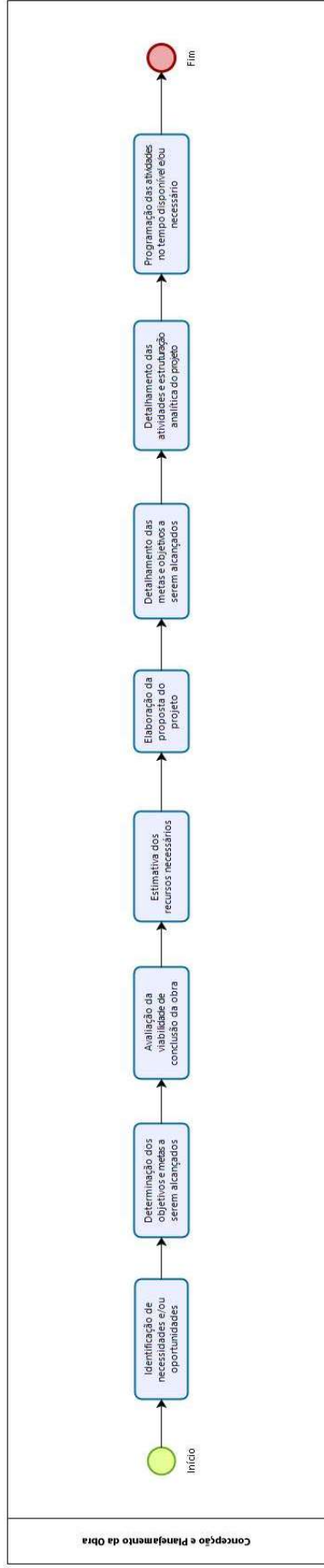
3.3.4 CICLO DE VIDA DA SE

Após mapeados os processos de forma separada foi realizado mapeamento do ciclo de vida da subestação, de maneira a organizar a sequência e dependências entre os processos já mapeados acrescentando. A modelagem e estruturação do ciclo de vida da subestação de consumidor inicia-se na fase de concepção e planejamento da obra. A Concepção é a fase onde se cria a ideia. É nessa fase que se define os objetivos e metas, analisando os recursos disponíveis e contexto de desenvolvimento o qual o projeto será inserido. A fase de Planejamento é onde se determina todo o cronograma até a finalização da obra. A Figura 3-9 ilustra a modelagem do ciclo de vida da SE.

Durante o mapeamento do ciclo de vida da SE, um subprocesso foi mapeado e modelado. Esse, envolvem o projetista de maneira parcial, porém não tem suas etapas definidas por ele e não é dele completamente dependente. Trata-se do processo de concepção e planejamento do projeto. Apesar de serem etapas distintas, são sequencias e foram tratadas como uma etapa única. Isso foi feito, pois é durante essas duas etapas que ocorrem tomadas de decisões, ou ausência delas, que impactam diretamente a otimização do tempo do ciclo de vida e na maior possibilidade de tomada de decisões mais assertivas e coerentes, por se tratar de etapas onde existem mais espaço para debate de ideias, soluções e possibilidade para análise dessas. A Figura 3-10 ilustra a modelagem desse processo.

Após concluída a modelagem do ciclo de vida da SE elaborou-se uma linha do tempo estimada para o funcionamento do ciclo. Esse cronograma foi elaborado com base na estimativa indicada pelos entrevistados. A sua variação pode ocorrer devido a diferentes níveis de complexidade de cada subestação e a quantidade de análises que serão necessárias para aprovação desse projeto.

Figura 3-9 - Concepção e Planejamento



Fonte: autores, 2018

Figura 3-11 - Cronograma do Ciclo de Vida da SE



Fonte: autores, 2018

4 CONCLUSÃO

Foi realizado mapeamento dos processos e do ciclo de vida da subestação de consumidor, possibilitando a indicação de problemas que dificultam o funcionamento do ciclo de vida de maneira mais eficiente, gerado divergências entre o que é projetado e o que é construído. Modelou-se esses processos com o auxílio da ferramenta Bizagi, visando sugerir alterações que possam sanar ou minimizar os problemas apontados durante o mapeamento. Os indicativos apontados durante o mapeamento foram levantados durante as quatro entrevistas realizadas com o objetivo de mostrarem visões dentistas do mesmo ciclo de vida e dos fatores que o influenciam.

Durante a modelagem do ciclo de vida da SE foi proposto uma sequência lógica de etapas que se cronologicamente respeitadas, diminui-se consideravelmente as chances de divergências construtivas, de dimensionamento e escolhas de equipamentos entre projeto e execução, Isso ocorre devido a necessidade de conclusão da etapa do processo de aprovação do projeto na concessionária, para só aí dar-se início a etapa construtiva.

Foi observado que ao realizar uma melhor tratativa cronológica durante fase de planejamento e fazendo com que todos os envolvidos conheças e respeitem todas as etapas sequenciais do ciclo de vida, como as indicadas na modelagem, também se diminui as chances de incompatibilidade entre projeto e execução. Quando observado o cronograma ilustrado na Figura 3-11, levando em consideração o prazo máximo de energização da SE de um ano após a emissão da liberação de carga, estipulado pela concessionária e a possível variação desse cronograma de acordo com a complexidade do projeto, torna-se visível a necessidade de uma tratativa de cronograma adequada durante a fase de projeto.

Durante a modelagem do processo de projeto de subestação indicou-se as fases de modelagem e fases de compatibilização. O uso de ferramentas BIM para modelagem de projetos viabiliza de maneira simples a verificação de compatibilização entre projetos. Atualmente, não é maioria os projetistas no estado de Goiás que utilizam plataformas BIM para o desenvolvimento de seus projetos, porém o BIM está sendo difundido a cada dia que passa, sendo crescente a demanda de utilização, conforme relataram alguns dos entrevistados. Entre suas inúmeras vantagens e funcionalidades, a possibilidade de compatibilização entre proje-

tos de diferentes disciplinas antes que esses sejam executados é de extrema relevância para a tratativa adequado do ciclo de vida da SE.

Ao mapear os processos da concessionária de energia ENEL. Notou-se a necessidade de padronização de seus processos que envolvem outros agentes do setor elétrico, para que haja maior fluidez do ciclo de vida. Porém por tratar-se de uma concessionária de energia presente em diferentes estados do país e pela falta de informações sobre seus processos não foram sugeridas alterações em seus processos.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15965-7: sistema de classificação da informação da construção: parte 7: informação da construção**. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14039: Instalações elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2kV**. Rio de Janeiro, 2003.

DA SILVA, J.L.R. **Projeto básico de uma subestação industrial típica na classe 15kV**. Dissertação de Mestrado, UFG, 2018.

PEREIRA, J.H.A. **A gestão eficiente de projetos de instalações elétricas para edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso, UCP, 2016.

HORIKAWA, D.K. **Projeto de modernização de subestação consumidora**. Trabalho de Conclusão de Curso, UFRJ, 2012.

MUZY, G.L.C.O. **Subestações elétricas**. Trabalho de Conclusão de Curso, UFRJ, 2012.

FRANÇA, R.C. **Estudo comparativo entre subestações ao tempo e subestações isoladas a gás**. Trabalho de Conclusão de Curso, Unesp, 2013.

ALMEIDA, R.C.G. **Impacto do uso do BIM na elaboração de projetos AS BUIT de sistemas prediais hidrosanitários**. Trabalho de Conclusão de Curso, UFG, 2016.

MARTINS, E.M; CRUZ, V.F.. **Definição de trocas de informação da construção conforme PSU-BIM Project Execution Planning Guide Discussão e Adaptação.** Trabalho de Conclusão de Curso, Unesp, 2013.

CELG D – CELG Distribuição. **NTC - 05: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição.** Goiânia, 2012.

ENEL Distribuição. **Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição.** Goiânia, 2018.

ONS – Operador Nacional Sistema Elétrico. Disponível em: <<http://ons.org.br/>> Acesso em: 18 de outubro de 2018.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <www.aneel.gov.br/> Acesso em: 15 de outubro de 2018.

SICAP – SISTEMA CENTRAL DE ANÁLISE DE PROJETO. Disponível em: <<http://sicap.celg.com.br/>> Acesso em: 18 de agosto de 2018.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais.** 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

Marques, A.P. **PROJETO DE SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ABRIGADA- CONCEITOS BÁSICOS.** Goiânia: 2013.

MATTEDE, Henrique – Mundo da Elétrica. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/sobre/>>. Acesso em: 23 de setembro de 2018.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO ENEL

Objetivos:

- Verificar as dificuldades encontradas durante o processo de análise;
- Verificar o relacionamento entre Enel e Obra, na fase de vistoria;
- Verificar o relacionamento entre Enel e Projeto, na fase de aprovação.

Questionário:

-Obra:

- Qual(is) é(são) a(s) fases de fiscalização da obra de subestação realizada pela ENEL?
- Como funciona o roteiro de fiscalização?
- São observados aspectos de construção civil, aterramento, verificação de equipamentos, layout, entrada de energia e localização da subestação?
- Durante a fiscalização se faz necessário o atendimento rigoroso da obra ao projeto ou existem aspectos que podem ser alterados caso sejam normativamente aceitos? Se sim, quais?
- Quais são os principais problemas encontrados na fase construtiva?
- Quando são atendidas todas as exigências, como ocorre o processo para aprovação dessa subestação?

-Projeto:

- Quais são os principais aspectos observados?
- Quais são os principais problemas encontrados?
- Existe processo a ser seguido durante a aprovação de um projeto de subestação ou é algo subjetivo de cada analista dentro dos padrões normativos?
- Existe alguma comunicação direta entre o analista e o fiscal da obra?
- Durante o processo de aprovação são observados aspectos de construção civil, aterramento e localização da subestação?

-Comparativo:

- É possível que algo aprovado em projeto não seja aprovado durante a fase de fiscalização?
- Há algum relato de algo que tenha sido aprovado em projeto e não tenha sido possível realizar na obra ou tenha existido dificuldades para realização?
- Quanto a manutenção das subestações, como funciona o processo de fiscalização por parte da Enel?

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO OBRA

Objetivos:

- Verificar as dificuldades encontradas pela equipe de construção fiel do projeto;
- Verificar o relacionamento entre obra e Enel, na fase de vistoria;
- Verificar o relacionamento entre obra e projeto, tanto na fase de projeto quanto na fase de execução.

Questionário:

- Existe comunicação com a equipe de projetos durante a fase construtiva?
- Existe comunicação com a equipe de projetos durante a compra de equipamentos?
- As obras são iniciadas antes ou após a aprovação do projeto?
- Quais são as maiores dificuldades encontradas para a execução fiel do projeto?
- Existem dificuldades para a interpretação construtiva e/ou especificações de projeto?
- Caso haja inviabilidade construtiva de algo que foi projetado, existe comunicação com a equipe de projeto para a busca por uma nova solução por menor que seja a alteração necessária?
- Após a conclusão da obra é realizado algum plano para manutenção periódica da subestação?

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO PROJETO

Objetivos:

- Verificar as dificuldades encontradas durante a elaboração dos projetos;
- Verificar o relacionamento entre Projeto e Enel, na fase de aprovação.
- Verificar o relacionamento entre obra e projeto, tanto na fase de projeto quanto na fase de execução

Questionário:

- Quais são as maiores dificuldades com:
 - Cliente;
 - Enel;
 - Obra.
- Qual o tempo mínimo estipulado para projetar uma subestação? Qual o tempo que seria ideal?
- Na reunião de descoberta, os fornecedores estão presentes?