



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

Danielly Norberto Araujo

Relatório de Estágio Integrado Sevel Engenharia LTDA

Campina Grande - Paraíba

Fevereiro de 2018

Danielly Norberto Araujo

Relatório de Estágio Integrado Sevel Engenharia LTDA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Coordenação de Curso de Graduação de En-
genharia Elétrica da Universidade Federal de
Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de Ba-
charel em Ciências no Domínio da Engenha-
ria Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador: George Rossany Soares de Lira

Campina Grande - Paraíba

Fevereiro de 2018

Danielly Norberto Araujo

Relatório de Estágio Integrado Sevel Engenharia LTDA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Coordenação de Curso de Graduação de En-
genharia Elétrica da Universidade Federal de
Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de Ba-
charel em Ciências no Domínio da Engenha-
ria Elétrica.*

Trabalho aprovado em: Campina Grande - Paraíba, / /

George Rossany Soares de Lira,
UFCG
Professor Orientador

Edson Guedes da Costa, UFCG
Professor Avaliador

Campina Grande - Paraíba
Fevereiro de 2018

Dedico este trabalho ao Sr. Océlio (*in
memoriam*), pessoa que sempre vou admirar
e vai me inspirar como engenheiro e amigo.

Agradecimentos

Agradeço, sempre em primeiro lugar, a Deus por ter me dado forças e paciência quando tudo parecia estar contra mim, por ter me protegido e ter sido meu porto seguro, não só nesses 4 meses de estágio, mas como em toda minha vida.

Agradeço aos meus pais, Roze Mary e Francisco Cledimar, e ao meu irmão, Léo, por serem os melhores pais e o melhor irmão que eu poderia ter, por serem meu orgulho, minha força e minha alegria, e por mais uma vez confiarem em mim e na minha capacidade, além de serem presentes, mesmo de longe, em mais uma etapa da minha vida.

Agradeço ao Lucas Vinícios, que se provou mais uma vez meu parceiro de vida, que foi presente e acompanhou diariamente os perrengues dessa vida de estagiária.

Agradeço à empresa Sevel Engenharia pela oportunidade de estágio, aos engenheiros Severino Roberto, Danilo Sobral e Filipe Garcia, por todos os ensinamentos e a Iris, Samia, Daiane, Joseildo e Cícero por esses 4 meses de aprendizado, merendas, risadas e convívio diário.

Agradeço ao Sr. Nonato, eletricitista e engenheiro (de alma), que tanto me ensinou no ramo da engenharia e no da vida também.

Agradeço às meninas, Laninha e Alessandra, por me abrigar durante o estágio e pelo companheirismo.

Agradeço ao meu professor orientador, George Rossany, pela orientação durante a realização do estágio e por toda a preocupação em relação ao meu aprendizado. E agradeço, sempre, ao professor Edmar Candeia por ser esse profissional e pessoa que é.

E por fim, mas não menos importante, agradeço a todos que fazem o Departamento de Engenharia Elétrica na UFCG, principalmente ao Tchai e Adail, pelas pessoas que são, por serem nossos pais e amigos durante os anos da graduação, por deixarem os alunos mais leves sempre que vão à coordenação, por todas as risadas, conversas, ensinamentos e orientações.

“Dê ao mundo o melhor de você,
mas isso pode nunca ser o bastante,
Dê o melhor de você, assim mesmo.”.

Madre Tereza de Calcutá

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar as principais atividades realizadas durante o Estágio Integrado da aluna Danielly Norberto Araujo na empresa Sevel Engenharia Ltda. A estagiária foi alocada no setor técnico da empresa, em que acompanhou a montagem eletromecânica de uma subestação, inspeção de aterramento e inspeção termográfica, além de outras atividades. O trabalho, inicialmente, apresenta uma fundamentação teórica sobre os temas mais estudados pela estagiária, ou seja, sobre a norma técnica da Enel 002/2011, aterramento e inspeção termográfica, e logo em seguida, no outro capítulo, é descrito as atividades realizadas pela estagiária. Os *softwares* utilizados durante o estágio foram o AutoCAD e o Excel.

Palavras-chave: Estágio, Inspeção de Aterramento, Inspeção Termográfica.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Esquema de ligação para medição da resistência de aterramento	17
Figura 2 – Imagem termográfica de um quadro elétrico.	18
Figura 3 – Câmera FLIR E5.	19
Figura 4 – Câmera sem e com tecnologia MSX, respectivamente.	19
Figura 5 – Fachada do prédio em construção.	21
Figura 6 – Diagrama unifilar da subestação compartilhada.	22
Figura 7 – Continuação 1 do diagrama unifilar da subestação compartilhada. . . .	22
Figura 8 – Continuação 2 do diagrama unifilar da subestação compartilhada. . . .	23
Figura 9 – Simbologia utilizada no diagrama unifilar.	23
Figura 10 – Relação dos equipamentos.	24
Figura 11 – Malhas de aterramento localizadas no subsolo da edificação.	25
Figura 12 – Malha de aterramento localizada sob o poste de entrada do ramal de ligação.	25
Figura 13 – Haste de aterramento interligada com o cabo de cobre nú utilizando de solda exotérmica.	26
Figura 14 – Conexão entre o sistema de aterramento e tela metálica.	26
Figura 15 – Conexão entre o sistema de aterramento e a porta.	27
Figura 16 – Aterramento de carcaça do transformador	27
Figura 17 – Gráfico da resistência em função da distância do eletrodo de potencial - Cliente: Porto Fino.	28
Figura 18 – Gráfico da resistência em função da distância do eletrodo de potencial - Cliente: Sistema Verdes Mares.	30
Figura 19 – prédio do grupo Edson Queiroz - Holding	30
Figura 20 – Relatório fornecido pelo <i>software</i> FLIR	31
Figura 21 – Sistema Solar Fotovoltaico da Sevel Engenharia.	33

Lista de tabelas

Tabela 1 – Resistência de aterramento em função da distância do eletrodo de potencial - Cliente: Porto Fino.	28
Tabela 2 – Resistência de aterramento em função da distância do eletrodo de potencial - Cliente: Sistema Verdes Mares.	29

Lista de abreviaturas e siglas

CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CLPs	Controladores Lógicos Programáveis
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
NT	Norma Técnica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
NBR	Norma Brasileira
MT	Média Tensão
TC	Transformador de Corrente

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	A Empresa	11
1.2	Organização do Relatório	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	NT-002/2011	14
2.2	Aterramento	15
2.3	Termografia	18
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	21
3.1	Acompanhamento de Obras e Inspeções	21
3.1.1	Porto Fino Imóveis Ltda	21
3.1.1.1	Inspeção de Aterramento	24
3.1.2	Sistema Verdes Mares	29
3.1.3	Grupo Edson Queiroz - Holding	30
3.2	Sistema Solar Fotovoltaico - Sevel Engenharia Ltda	32
3.3	Auxílio em Licitações	34
3.4	Outras Atividades	34
4	CONCLUSÃO	35
	Referências	36

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo apresentar as principais atividades desenvolvidas pela estagiária Danielly Norberto Araujo, durante o seu período de estágio integrado.

O objetivo do estágio foi a formação acadêmica da aluna e proporcionar a sua preparação para o mercado de trabalho, através de experiências profissionais, promovendo, desse modo, a vivência na prática de conteúdos acadêmicos, além da troca de experiências e informações com os funcionários da empresa.

O estágio foi realizado na empresa Sevel Engenharia Ltda, localizada em Fortaleza, começou no dia 21 de agosto de 2017 e terminou no dia 15 de dezembro de 2017, tendo uma carga horária semanal de 40 horas, totalizando, assim, 668 horas.

O professor orientador foi o professor George Rossany Soares de Lira e o responsável técnico pela estagiária na empresa foi o Sr. Severino Roberto Parente Garcia, sócio, diretor técnico e engenheiro eletricitista da empresa.

Dentre as atividades realizadas pela estagiária, as principais foram:

- Auxílio em licitações e orçamentos;
- Leitura de projetos elétricos;
- Acompanhamento de obras e inspeções.

1.1 A Empresa

A Sevel Engenharia Ltda é uma empresa privada, fundada em 1996 pelo Sr. Severino Roberto e por sua esposa D. Edna Ribeiro. Está localizada em Fortaleza, no estado do Ceará, mas atua em todo o Brasil, prestando serviços na área de construção civil, montagem eletromecânica de subestações, instalações prediais e industriais, manutenção elétrica, automação e controle industrial.

A empresa possui cerca de 100 funcionários fixos na sede, porém esse número aumenta de acordo com o número de obras que a Sevel possui, já que como ela atua em todo o território brasileiro, as vezes é necessário a contratação temporária no local da obra.

E, com a busca constante de satisfazer os clientes internos e externos, por meio da execução de serviços com qualidade, compromisso e transparência, a capacitação contínua dos seus colaboradores e a melhoria dos processos, a Sevel possui grandes clientes como:

- Caixa Econômica Federal;
- Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF);
- Petrobrás Distribuidora S.A Petrobrás - SFOR/LUBNOR;
- Ford-Troller;
- Grupo Enel Distribuição;
- ABB - Brasil LTDA;

Por área de atuação, a seguir estão listadas as atividades realizadas pela empresa:

- Engenharia Elétrica:
 - Projeto e instalações de bancos de capacitores fixos e automáticos para correção do fator de potência;
 - Projeto e montagem eletromecânica de redes elétricas e subestações elétricas em 500/230/69/13,8 kV;
 - Análise físico-química e filtragem de óleo isolante;
 - Projetos de iluminação e execução, com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica;
 - Análise de contas de energia elétrica e medições “in loco”, a fim de adequar tarifas, demanda contratada, fator de carga e fator de potência;
 - Projetos eletroeletrônicos, pneumáticos e hidráulicos de controle e automação industrial, com instalação e programação de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs);
 - Instrumentação e controle;
 - Medição de resistividade de solo e de resistência de aterramento;
 - Elaboração de projeto, instalação e comissionamento elétrico de sistemas de geração fotovoltaico, incluindo estudos de viabilidade financeira;
 - Execução e manutenção de aterramento e para-raios;
 - Montagem e reformas de painéis de força e comando;
 - Comissionamento de instalações elétricas de baixa tensão e de subestações em até 500 kV;
 - Projetos de malha de terra e de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA);
 - Projetos, manutenção e execução de instalações elétricas, telefônicas e lógica, prediais e industriais;

- Manutenção preventiva e corretiva de subestações em 69/13,8 kV;
- Diagnóstico energético e projeto de eficiência energética das instalações elétricas;
- Instalação e manutenção de grupos geradores.
- Engenharia Civil:
 - Construção de subestações de 15 kV, 69 kV, 230 kV e 500 kV;
 - Reformas prediais;
 - Instalações hidrossanitárias;
 - Instalações de sistemas de combate a incêndio.
 - Terraplanagem;
 - Construção de edificações.

1.2 Organização do Relatório

O texto está organizado em 4 capítulos e da seguinte forma:

- Capítulo 1: Introdução, descreve o objetivo do relatório e do estágio, além de uma breve apresentação da empresa.
- Capítulo 2: Fundamentação teórica, neste capítulo são apresentados os assuntos mais abordados e os que mais auxiliaram a estagiária durante a realização do estágio.
- Capítulo 3: Atividades Desenvolvidas, é descrito as principais atividades realizadas pela estagiária.
- Capítulo 4: Conclusão, considerações finais sobre o estágio e o quanto ele contribuiu para a formação da aluna.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização das atividades, o aprofundamento de alguns temas foi necessário, e desse modo será apresentado neste capítulo a fundamentação teórica sobre os seguintes assuntos: Norma Técnica (NT) 002/2011, aterramento e inspeção termográfica.

2.1 NT-002/2011

A NT-002/2011, é uma norma formulada e revisada pela Enel Distribuição Ceará (Coelce), concessionária distribuidora de energia elétrica no Ceará, e tem como propósito estabelecer recomendações, descrições técnicas e requisitos aos projetistas, construtores e consumidores, com relação à elaboração de projetos e execução de suas instalações, para possibilitar o fornecimento de energia elétrica pela Enel sob tensão primária de distribuição de 13,8 kV.

Nela são fornecidos os critérios básicos para instalação do ponto de entrega de energia e localização da medição, ajuste das proteções, além de apresentar o roteiro que disciplina a apresentação e aceitação dos projetos.

As definições, informações e critérios contidos nesta norma se baseiam nas Resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), nos procedimentos de redes do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e nas Normas Brasileiras (NBR).

Algumas das recomendações da Norma para fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição são (COELCE, 2011):

- Subestação compartilhada: as unidades consumidoras devem estar localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não envolvidos no referido compartilhamento.
- Quando a subestação de transformação fizer parte integrante da edificação industrial, somente é permitido o emprego de transformadores a seco.
- A medição das unidades consumidoras do Grupo A deve ser realizada em Média Tensão (MT) com conjunto de medição polimérico fornecido pela Coelce.
- Para proteção elétrica contra condições anormais de serviço, quando houver mais de um posto de transformação a jusante da proteção geral de média tensão, é necessária a instalação de proteção de MT para derivação do circuito de cada transformador.
- Os transformadores de corrente (TC) para alimentação dos relés devem ser insta-

lados logo após o dispositivo de seccionamento que precede o disjuntor geral da subestação.

- A proteção contra contatos diretos deve ser realizada através de:

- i) Proteção por isolamento das partes vivas;
- ii) Proteção por meio de barreiras ou invólucros;

- O aterramento deve obedecer aos seguintes requisitos:

- i) Os equipamentos da subestação devem estar sobre a área ocupada pela malha de terra. Quando isto não for possível, o interessado deve consultar a Coelce;
- ii) A malha de terra deve restringir-se aos limites da propriedade particular, não podendo ocupar espaço sob calçadas, vias públicas, praças, espaços públicos e terrenos de terceiros;
- iii) Devem ser aterradas as blindagens dos cabos subterrâneos em uma das extremidades, qualquer que seja o seu comprimento;
- iv) O condutor de aterramento que liga o terminal ou barra de aterramento principal à malha de terra deve ter sua seção mínima de 50 mm^2 ;
- v) Devem ser ligados ao sistema de aterramento por meio de condutor de cobre nu, de bitola mínima de 25 mm^2 , os seguintes componentes de uma subestação:
 - Todas as ferragens para suporte de chaves, isoladores, etc.;
 - Portas e telas metálicas de proteção e ventilação;
 - Blindagem dos cabos isolados;
 - Carcaça dos transformadores de potência e de medição, geradores (se houver), disjuntores, capacitores, etc.;
 - Todos os cubículos em invólucros metálicos mesmo que estejam acoplados;
 - Neutro do transformador de potência e gerador (se houver);
 - Condutores de proteção da instalação.

2.2 Aterramento

Segundo a NBR 15749/2009: Medição de Resistência de Aterramento e de Potenciais na Superfície do Solo em Sistemas de Aterramento; o aterramento é a ligação intencional de parte eletricamente condutiva à terra, através de um condutor elétrico.

Toda instalação elétrica de média e baixa tensão para funcionar com desempenho satisfatório e ser suficientemente segura contra risco de acidentes fatais deve possuir

um sistema de aterramento dimensionado adequadamente para as condições do projeto (MAMEDE, 2007).

O aterramento é composto, basicamente, de três componentes:

- Conexões elétricas: conexões que interligam as partes elétricas ao eletrodo de aterramento;
- Eletrodos de aterramento: elemento que assegura o contato elétrico com o solo;
- Terra: massa condutora de solo que envolve o eletrodo de aterramento.

A maneira como um sistema ou dispositivo elétrico é aterrado depende de qual seja sua aplicação, pode ser uma simples haste cravada no solo ou até mesmo placas de material condutor enterrado no solo, porém o mais utilizado e eficiente é o sistema de malha de aterramento, que é um conjunto de condutores nus, interligados e enterrados no solo.

Para se manter uma instalação elétrica segura, é necessário inspeções durante e após a construção da edificação, para a verificação do valor da resistência de aterramento, que para instalações de MT, segundo a Norma Técnica (NT) 002/2011 da Coelce, deve ser menor que 10Ω , além da verificação da deteriorização dos elementos constituintes do sistema de aterramento.

Assim, a inspeção do sistema de aterramento visa garantir que as instalações e equipamentos estejam protegidos, de forma a propiciar maior confiabilidade em relação a possíveis distúrbios, choques elétricos e descargas atmosféricas nos equipamentos e nas instalações elétricas da edificação, garantindo a segurança, a integridade, o aumento da vida útil dos equipamentos e a continuidade das operações (BGF CONSULTORIA, 2017).

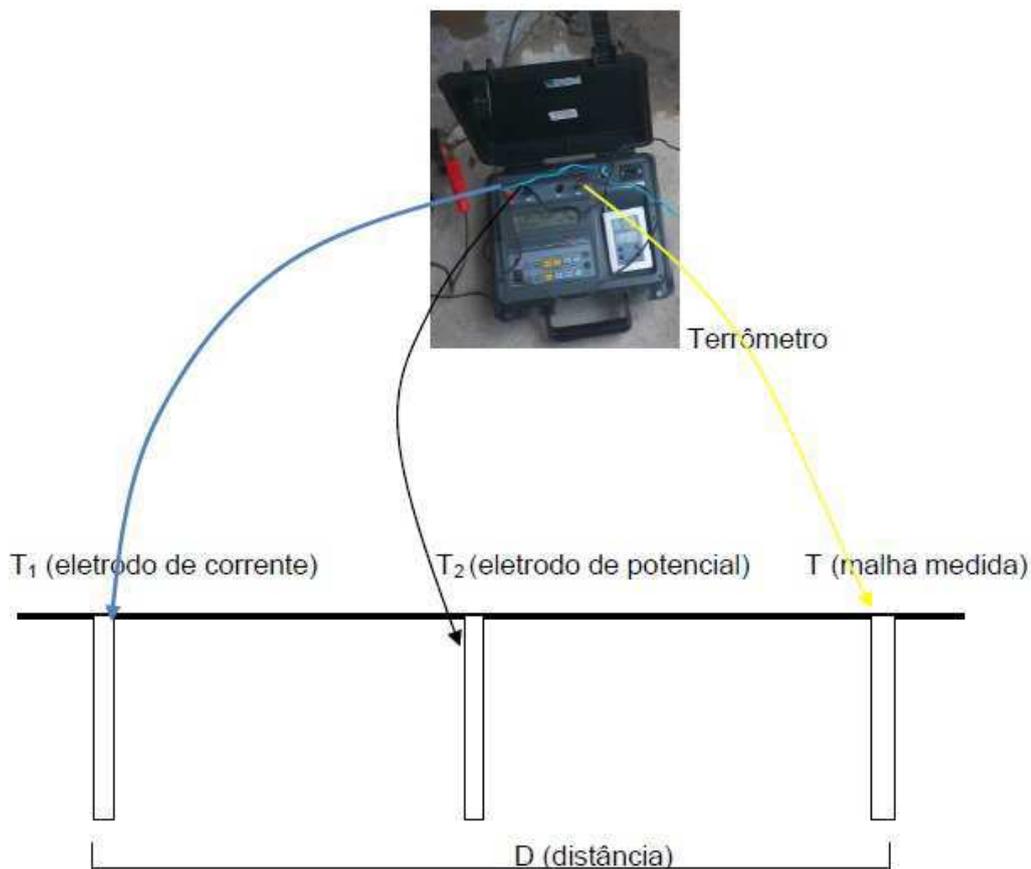
Para medição da resistência de aterramento, o método que é utilizado na Sevel Engenharia é o da queda de potencial que consiste em fazer circular através da malha de aterramento, eletrodo T, uma corrente por intermédio do eletrodo auxiliar de corrente, T1, localizado fora da influência mútua da malha de aterramento, como pode ser visto na Figura 1.

Além disso, um eletrodo auxiliar de potencial, T2, é inserido entre o eletrodo T e T1, com a mesma direção e sentido do eletrodo auxiliar de corrente. A tensão entre T e T2 é medida, e assim é possível se obter o valor da resistência de aterramento, dividindo a tensão medida entre T e T2 pela corrente que circula entre T e T1.

Para verificação de influência entre os eletrodos, duas novas medições são realizadas com T2 deslocado na direção de T e na direção de T1. Caso não haja influência, os três resultados são semelhantes e a média das três leituras é tomada como sendo a resistência de aterramento da malha.

A medição da resistência é feita utilizando um terrômetro digital, da marca Megabrás, modelo EM-4055, que permite a medição de resistência de aterramento e de resistividade do terreno (pelo método de Wenner), além de detectar correntes parasitas presentes no solo.

Figura 1 – Esquema de ligação para medição da resistência de aterramento



Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

O terrômetro utilizado, antes de iniciar cada medição, verifica se as condições estão dentro dos limites apropriados e notifica o operador caso haja alguma anormalidade - corrente de interferência muito alta, muita resistência nas estacas, corrente de teste muito baixa, etc. O aparelho seleciona automaticamente a escala adequada para a medição e mostra os resultados no display alfanumérico (MEGABRÁS, 2017).

Além disso, dois eletrodos de aço-cobreado de 5/8" x 1m, duas bobinas de cobre isolados de 2,5mm² e 4,0 mm², cabo de conexão a malha, trena e marreta são utilizados.

E ainda, segundo a Norma, o eletrodo auxiliar de corrente deve ser colocado a uma distância de pelo menos três vezes a maior dimensão da malha e o eletrodo de potencial deve ser deslocado em intervalos regulares iguais a 5% da distância D com o objetivo de verificar o valor da resistência em função de sua posição, para assim ser feita a média entre os valores semelhantes.

Pelo fato do solo nas obras em que ocorreu a inspeção de aterramento, já terem sua resistividade calculada anteriormente, o método de Wenner não foi utilizado e por isso não foi abordado na fundamentação teórica

2.3 Termografia

A análise termográfica é uma técnica de diagnóstico que consiste em interpretar e analisar a radiação infravermelha emitida por um corpo, com o uso de câmeras e sensores infravermelhos, para medição de temperatura e distribuição de calor, com o objetivo de identificar regiões ou pontos que a temperatura é diferente de um padrão preestabelecido.

Com o uso dessa técnica é possível detectar com antecedência, falha ou defeitos gerados por irregularidades térmicas em um determinado componente antes que ocorra a parada de funcionamento dos equipamentos.

A termografia pode ser utilizada em equipamentos e sistemas elétricos, em que as diferenças de temperatura podem ser causadas por conexões mal feitas, sobrecarga de algum circuito e curto-circuitos, em equipamentos mecânicos dinâmicos ou mecânicos estáticos, onde a análise detecta problemas causados por atrito entre as peças, lubrificação ou desalinhamento das peças.

Na Figura 2 é mostrado a imagem gerada por uma câmera termográfica de um quadro elétrico.

Figura 2 – Imagem termográfica de um quadro elétrico.



Fonte: MN CONSULTORIA, 2017.

Na Sevel, a câmera utilizada nas inspeções de termografia é a de imagem térmica

compacta FLIR E5 com resolução 120 x 90 pixels e tecnologia MSX, como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Câmera FLIR E5.

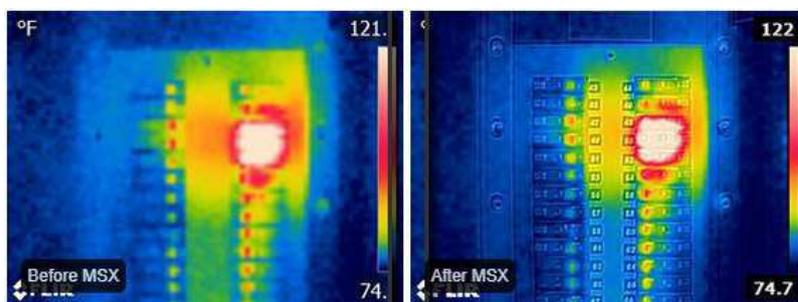


Fonte: FLIR, 2018.

Camêras com tecnologia MSX reconhecem instantaneamente locais com problemas e eliminam a necessidade de consultar uma imagem visual. O MSX adiciona os detalhes da imagem visual na imagem térmica permitindo a visualização dos contornos dos objetos, etiquetas, números e rótulos que antes eram invisíveis em imagens térmicas comuns (FLIR, 2018).

Na Figura 4 é mostrada a diferença de uma câmera sem e com tecnologia MSX, respectivamente.

Figura 4 – Câmera sem e com tecnologia MSX, respectivamente.



Fonte: FLIR, 2018.

Outras características dessa câmera são (FLIR, 2018):

- Fácil navegação;
- Bateria removível;

-
- Ferramenta rápida de medição de temperatura;
 - Modos de imagem múltiplas;
 - Faixa de temperatura de -20°C a 250°C ;
 - Emissividade e parâmetros de temperatura refletida ajustáveis para precisão de medição;
 - *Software* FLIR Tools para relatório e análise incluso;
 - Garantia FLIR de 2 anos para partes do termovisor e 10 anos para o detector.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo serão descritas as principais atividades desenvolvidas pela aluna durante o seu período de estágio. Algumas dessas atividades foram realizadas a partir dos *softwares* AutoCAD e Excel.

3.1 Acompanhamento de Obras e Inspeções

3.1.1 Porto Fino Imóveis Ltda

A Sevel Engenharia foi contratada pela empresa Porto Fino Imóveis Ltda para a montagem eletromecânica de uma subestação abrigada de 13,8 kV compartilhada por três clientes, sendo eles, um supermercado, uma academia e um conjunto de lojas.

Para um bom entendimento do projeto e de sua execução, foi necessário, pela estagiária, fazer o estudo e a leitura da NT-002/2011, norma formulada pela concessionária distribuidora de energia elétrica do Ceará (Enel) para subestações de MT.

Nessa obra, além da montagem da subestação, também foi feito a inspeção de aterramento e o comissionamento da subestação, todos acompanhados pela estagiária.

O prédio foi construído em 3 andares, sendo um andar para cada cliente, e, várias equipes de diferentes empresas trabalhavam no local, demandando, desse modo, maiores cuidados com a segurança no trabalho. Na Figura 5 é mostrada a fachada do prédio ainda em construção.

Figura 5 – Fachada do prédio em construção.

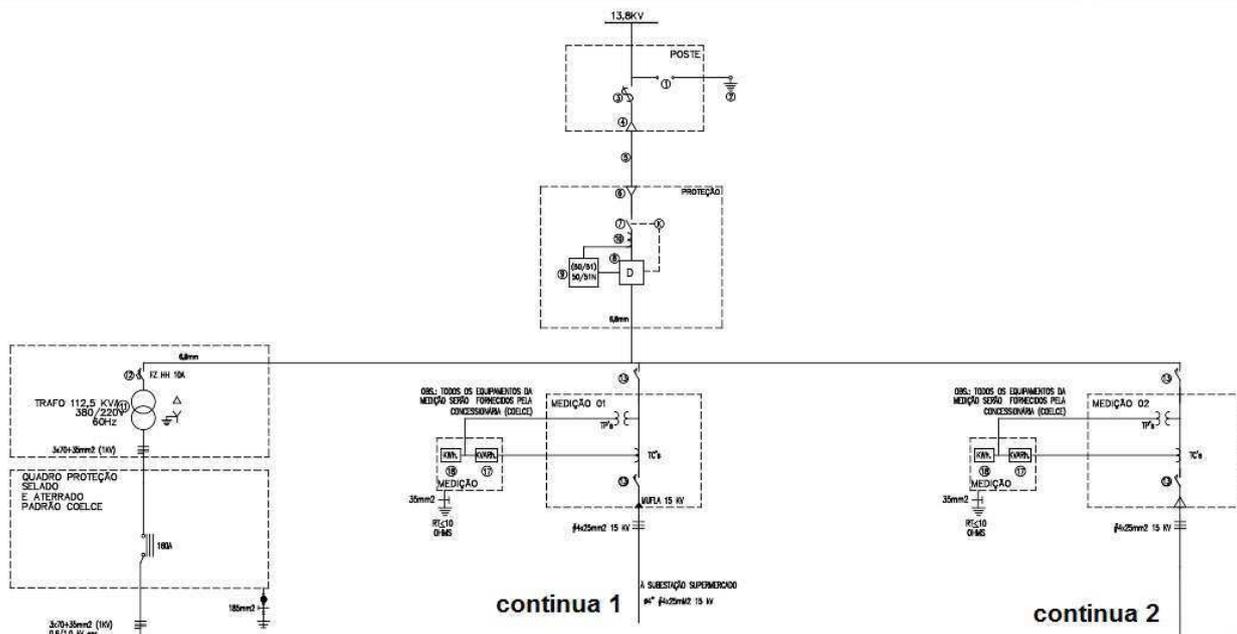


Fonte: Autoria própria.

A subestação compartilhada é composta por 3 transformadores, sendo a potência deles as seguintes: 112,5 kVA para o conjunto de lojas, 225 kVA para academia e 300 kVA para o supermercado.

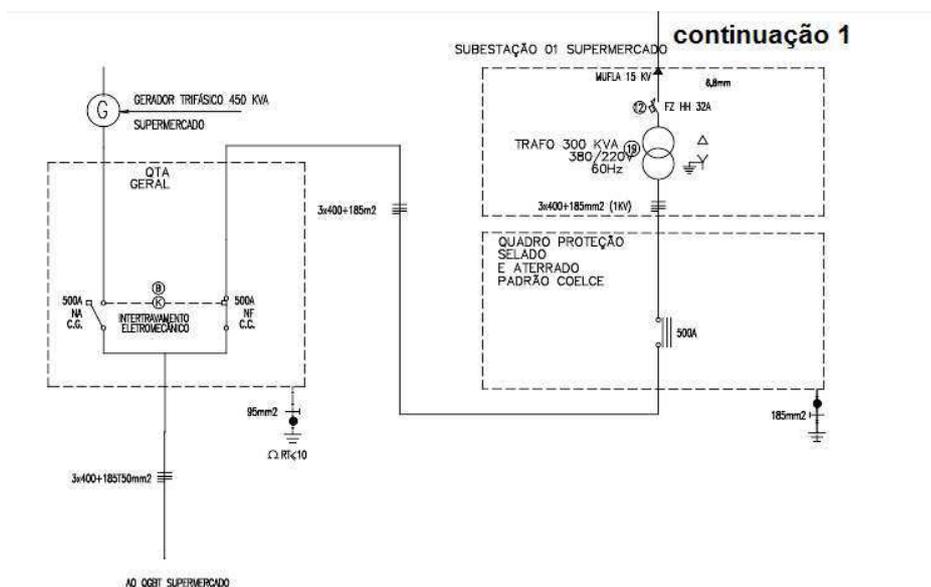
Nas Figuras 6, 7 e 8 são mostrados o diagrama unifilar do projeto elétrico e a continuação do mesmo, respectivamente.

Figura 6 – Diagrama unifilar da subestação compartilhada.



Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

Figura 7 – Continuação 1 do diagrama unifilar da subestação compartilhada.



Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

Figura 8 – Continuação 2 do diagrama unifilar da subestação compartilhada.



Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

Na Figura 9 é mostrado a simbologia utilizada no diagrama unifilar dos equipamentos.

Figura 9 – Simbologia utilizada no diagrama unifilar.



Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

Já na Figura 10 é mostrados as relações dos equipamentos elétricos utilizados no projeto.

Na seção a seguir, é descrito como foi realizada a inspeção de aterramento da subestação.

Figura 10 – Relação dos equipamentos.

POS.	ESPECIFICAÇÕES
①	PARA-RAIO DE DISTRIBUIÇÃO, COM DESLIGADOR AUTOMÁTICO TENSÃO 15KV, NI 110KV, 10KA.
②	HASTE DE TERRA COPPERWELD 5/8"x2,40m.
③	CHAVE FUSÍVEL INDICADORA UNIPOLAR 300A, 25KV C/ ELOS 50K, NI 110KV, 10KA.
④	MUFLA TERMINAL PRIMÁRIA UNIPOLAR, USO EXTERNO PARA CABO 35mm ² , 200A, 25KV.
⑤	CABO 35mm ² , 15KV.
⑥	MUFLA TERMINAL PRIMÁRIA UNIPOLAR, USO INTERNO PARA CABO 35mm ² , 200A, 25KV.
⑦	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR, COMANDO SIMULTÂNEO, USO INTERNO ACIONAMENTO MANUAL, OPERAÇÃO SEM CARGA 15 KV, 400A, NI 110KV.
⑧	DISJUNTOR TRIPOLAR, SFB, COMANDO MANUAL, ACIONAMENTO FRONTAL, MONTAGEM FIXA 15KV, NI 110KV, 400A, 350MVA EQUIPADO COM RELÉ MULTIFUNÇÃO C/ AS FUNÇÕES 50/51 E 50/51N DE FASE E NEUTRO RESPECTIVAMENTE C/ INTERTRAVAMENTO C/ CHAVE SECCIONADORA.
⑨	RELÉ MULTIFUNÇÃO C/ AS FUNÇÕES 50/51 E 50/51N, SEPAMI S10, SCHNEIDER.
⑩	TRANSFORMADOR DE CORRENTE 300/5A-10B100.
⑪	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 112,5KVA, TENSÃO PRIMÁRIA 13.800V, TENSÃO SECUNDÁRIA 380/220V, C/ DERIVAÇÃO 13.800/13.200/12.600, TRIANGULO PRIMÁRIO, ESTRELA COM NEUTRO ACESSÍVEL SECUNDÁRIO, 15KV, 60Hz, A SECO.
⑫	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR, COM FUSÍVEL HH, COMANDO SIMULTÂNEO, USO INTERNO ACIONAMENTO MANUAL, OPERAÇÃO EM CARGA 15 KV, 400A, NI 110KV.
⑬	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR, COMANDO SIMULTÂNEO, USO INTERNO ACIONAMENTO MANUAL, OPERAÇÃO EM CARGA 15 KV, 400A, NI 110KV.
⑭	MEDIDOR DE GRANDEZA (TENSÃO, CORRENTE E FREQUÊNCIA)
⑮	CHAVE FUSÍVEL INDICADORA UNIPOLAR, 300A, 25 KV, C/ ELOS 10K, NI 110KV, 3,6KA.
⑯	MEDIÇÃO POLIMÉRICA EM POSTE PADRÃO COELCE.
⑰	MEDIDOR DE KWh.
⑱	MEDIDOR DE KVarh.
⑲	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 300KVA, TENSÃO PRIMÁRIA 13.800V, TENSÃO SECUNDÁRIA 380/220V, C/ DERIVAÇÃO 13.800/13.200/12.600, TRIANGULO PRIMÁRIO, ESTRELA COM NEUTRO ACESSÍVEL SECUNDÁRIO, 15KV, 60Hz, A SECO.

Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

3.1.1.1 Inspeção de Aterramento

O objetivo da inspeção é a certificação da malha de aterramento da subestação de 112,5 kVA e da equipotencialização dos equipamentos, das demais estruturas metálicas e dos pontos de conexão com o sistema de aterramento, assegurando a operação dentro das condições satisfatórias exigidas para a segurança humana e do patrimônio.

A inspeção técnica foi realizada de forma visual e pela medição da resistência ôhmica da malha de aterramento.

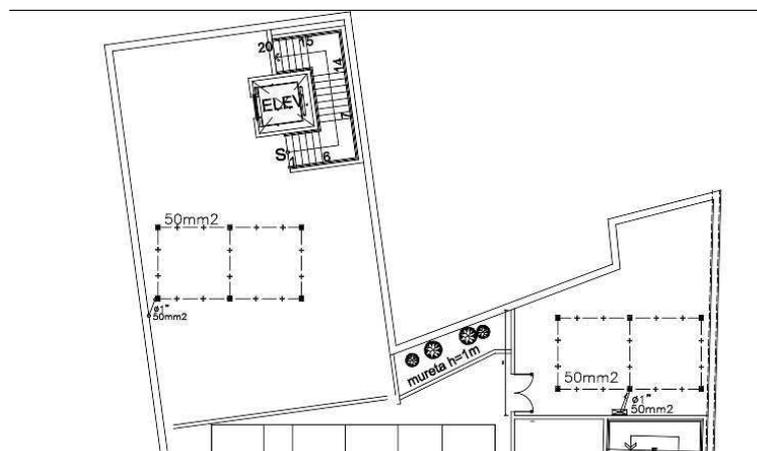
- Inspeção Visual

O objetivo da inspeção visual é verificar se o projeto foi executado de acordo o aprovado na concessionária de energia, na Enel.

A malha de aterramento da subestação é composta por três malhas interligadas, duas localizadas no subsolo da edificação e uma sob o poste de entrada do ramal de ligação.

Cada malha é composta de seis eletrodos verticais que estão a seis metros de distância um do outro e fazem um formato de retângulo, como pode ser visto nas Figuras 11 e 12.

Figura 11 – Malhas de aterramento localizadas no subsolo da edificação.



Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

Figura 12 – Malha de aterramento localizada sob o poste de entrada do ramal de ligação.



Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

Já os eletrodos verticais são compostos por hastes com as seguintes características:

- Material: Aço Cobreado – Alta Camada;
- Secção: Circular;
- Diâmetro: 5/8”;
- Comprimento: 2400 mm;
- Condutibilidade maior que 85% IACS;
- Resistência mecânica: 50 N/mm².

As interligações entre as hastes e as malhas foram feitas através de cabos de cobre nu de 50 mm². E as conexões entre as malhas de aterramento com a utilização de solda exotérmica, como pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 – Haste de aterramento interligada com o cabo de cobre nú utilizando de solda exotérmica.



Fonte: Autoria própria.

Utilizando o condutor de cobre nu de 35 mm², os seguintes componentes da subestação foram ligados ao sistema de aterramento:

- Ferragens para suporte de chaves, isoladores, cabos, etc.;
- Portas e telas metálicas de proteção e ventilação;
- Blindagem dos cabos isolados;
- Carcaça dos equipamentos;
- Neutro do transformador de potência.

Nas Figuras 14, 15 e 16 são mostradas algumas das conexões de equipamentos, portas e telas metálicas com o sistema de aterramento.

Figura 14 – Conexão entre o sistema de aterramento e tela metálica.



Fonte: Autoria própria.

Figura 15 – Conexão entre o sistema de aterramento e a porta.



Fonte: Autoria própria.

Figura 16 – Aterramento de carcaça do transformador



Fonte: Autoria própria.

- Medição de Resistência de Aterramento

O procedimento utilizado pela Sevel para medir a resistência de aterramento foi feito, em que como o eletrodo auxiliar de corrente dever ser colocado a uma distância de pelo menos três vezes a maior dimensão da malha e essa maior dimensão na malha em que foi feito a inspeção é de 12 metros, o eletrodo T1 foi colocado a uma distância D de

60 metros da malha de aterramento.

Enquanto que o eletrodo de potencial foi deslocado, como a norma indica, em intervalos regulares iguais a 5% da distância D.

Fazendo a leitura do valor da resistência de cada posição utilizando o terrômetro, a Tabela 1 foi obtida.

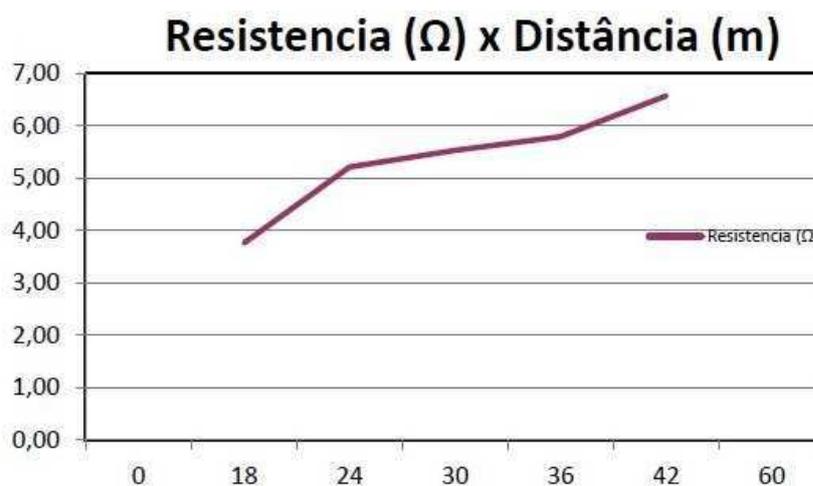
Tabela 1 – Resistência de aterramento em função da distância do eletrodo de potencial - Cliente: Porto Fino.

Distância (m) de T2 Eletrodo de Potencial	Resistência (Ω)
0	
18	3,76
24	5,21
30	5,53
36	5,79
42	6,57
60	

Fonte: Sevel Engenharia Ltda

O gráfico da resistência de aterramento, medida em função da distância do eletrodo de potencial T2 em relação ao sistema de aterramento sob ensaio, está mostrado na Figura 17.

Figura 17 – Gráfico da resistência em função da distância do eletrodo de potencial - Cliente: Porto Fino.



Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

O valor da resistência, de acordo com a Norma, é encontrada considerando a zona do patamar de potencial, ou seja, o trecho horizontal da curva. Nesse caso, a resistência da malha é a média dos três valores da zona (24, 30 e 36 metros), o que dá um valor de resistência igual a 5,51 Ω .

Logo, pode-se concluir, mediante a inspeção visual e da medição da resistência de aterramento, que o sistema de aterramento da subestação está de acordo com todas as recomendações exigidas pelas normas técnicas vigentes.

Foi sugerido uma nova inspeção em um ano e que o laudo do aterramento fosse arquivado para que sirva de referência para as próximas inspeções.

3.1.2 Sistema Verdes Mares

A Sevel Engenharia foi contratada pela Televisão Verdes Mares para inspeção do sistema de aterramento de sua subestação de 15 kV. A inspeção também foi acompanhada pela estagiária, em que houve a inspeção visual e a medição da resistência de aterramento.

- Inspeção Visual

Foi verificado que não há conexões corroídas, cabos de aterramento soltos ou danificados. Logo, visualmente o sistema de aterramento está em boas condições.

- Medição da Resistência de Aterramento

Utilizando o método da queda de potencial para medição da resistência de aterramento, a leitura do valor da resistência em função da posição do eletrodo de potencial foi feita. Os valores encontrados estão mostrados na Tabela 2, em que o eletrodo de corrente foi colocado à 100 metros de distância do eletrodo da malha de aterramento.

Tabela 2 – Resistência de aterramento em função da distância do eletrodo de potencial - Cliente: Sistema Verdes Mares.

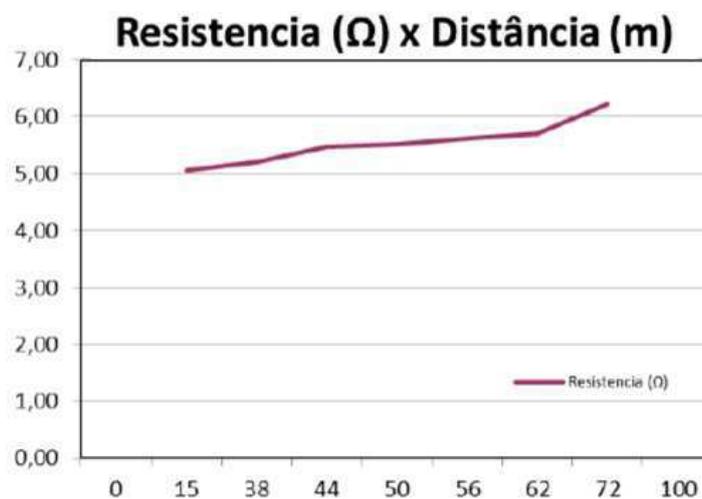
Distância (m) de T2 Eletrodo de Potencial	Resistência (Ω)
0	
15	3,76
38	5,21
44	5,53
50	5,79
56	6,57
62	5,70
72	6,22
100	

Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

O gráfico da resistência de aterramento medida em função da distância do eletrodo de potencial T2 está mostrado na Figura 18.

Assim, considerando a zona do patamar de potencial, obtêm-se a resistência da malha como sendo a média dos três valores da zona (44, 50 e 56 metros), o que dá um valor de resistência igual a 5,55 Ω .

Figura 18 – Gráfico da resistência em função da distância do eletrodo de potencial - Cliente: Sistema Verdes Mares.



Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

Logo, foi concluído, que o sistema de aterramento da subestação está de acordo com todas as recomendações exigidas pelas normas técnicas vigentes.

3.1.3 Grupo Edson Queiroz - Holding

Por meio de contrato, a Sevel Engenharia realizou uma inspeção termográfica no prédio empresarial do grupo Edson Queiroz, em que a estagiária além de acompanhar a inspeção, ficou responsável por elaborar o relatório técnico.

Na Figura 19 é mostrado o prédio do grupo em que houve a inspeção termográfica.

Figura 19 – prédio do grupo Edson Queiroz - Holding .



Fonte: GRUPO EDSON QUEIROZ, 2017.

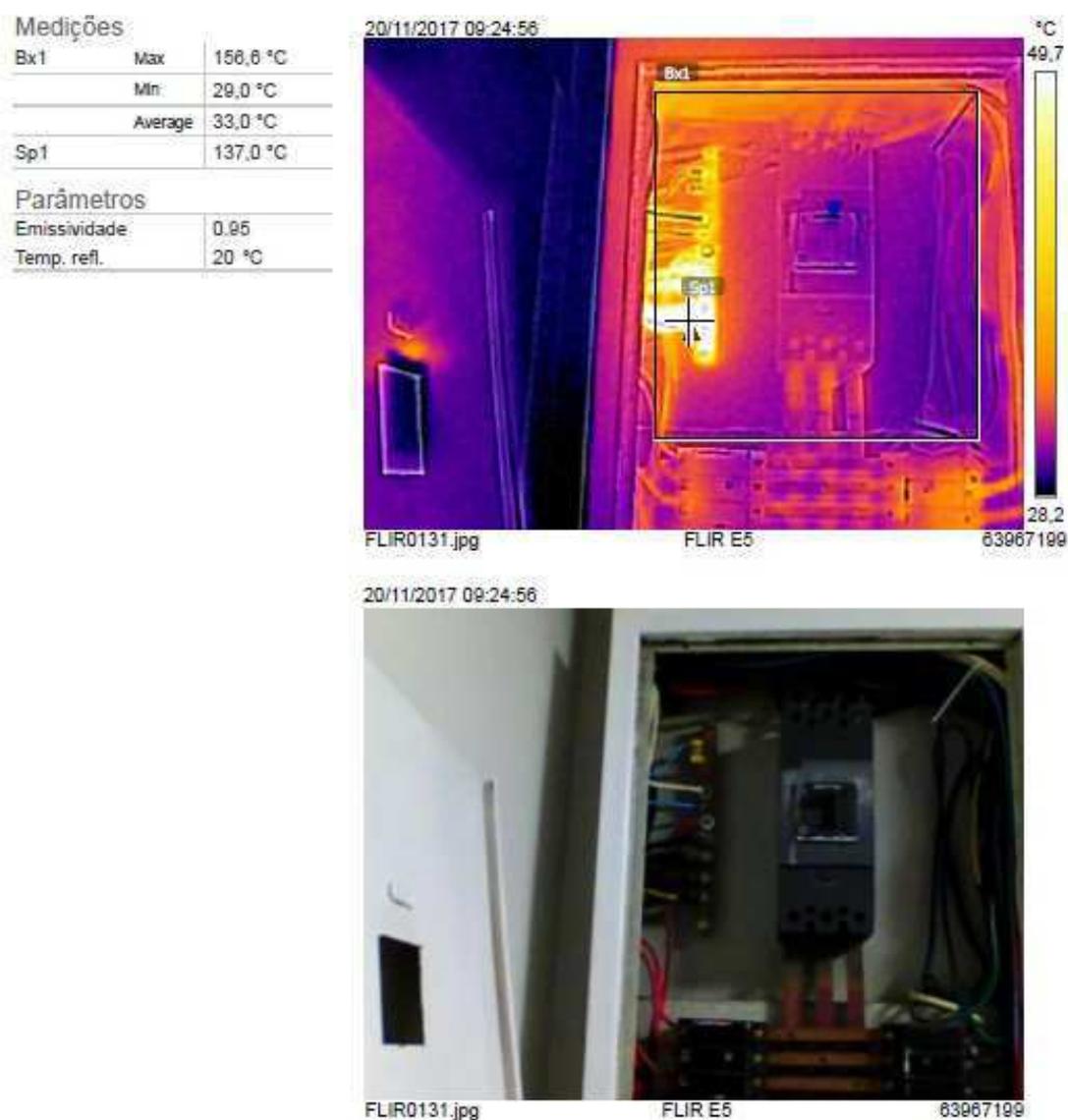
A inspeção termográfica foi realizada em todos os quadros elétricos do prédio e no centro de processamento de dados do mesmo.

A análise das imagens termográficas e as sugestões do que podia ser feito para reparação dos pontos quentes devido à elevada temperatura foram feitas pela estagiária.

Além disso, o relatório técnico da inspeção foi feito pela estagiária com o auxílio do *software* fornecido pela FLIR Instruments que importa, edita e analisa imagens, e as transformam em relatórios de inspeção.

Na inspeção, um dos pontos mais quentes encontrados foi no quadro de distribuição 380/220 V da sala de manutenção no térreo, em que foi encontrada uma temperatura maior do que 100°C no barramento, como pode ser visto na Figura 20.

Figura 20 – Relatório fornecido pelo *software* FLIR



Fonte: Sevel Engenharia Ltda.

O que foi observado e sugerido pela estagiária para diminuição da temperatura neste quadro elétrico foi:

- Temperatura fora dos limites aceitáveis no barramento de neutro, ponto Sp1 indicado;

- Fazer limpeza dos componentes e do quadro elétrico e reaperto das conexões elétricas, periodicamente.

Outros pontos quentes foram detectados e na maioria deles foi sugerido a verificação do balanceamento das cargas nas fases, devido à alta temperatura no condutor de uma única fase.

3.2 Sistema Solar Fotovoltaico - Sevel Engenharia Ltda

A estagiária também teve a oportunidade de acompanhar a instalação do sistema solar da empresa, além de auxiliar na elaboração da análise comercial do projeto.

Para o dimensionamento das placas solares a serem utilizadas, a média mensal do consumo da Sevel foi calculada, sendo, aproximadamente, 740 kWh. Além disso, o projeto deveria ser feito para que 90% do consumo fosse compensável, assim cerca de 665 kWh deveria ser gerado pelo sistema solar fotovoltaico da empresa por mês.

Logo, os seguintes dados foram levantados para cálculo da potência das placas necessária:

- Consumo médio anual: 740 kWh/mês
- Índice solamétrico local: 5,04 kWh/m²/dia
- Dias mês considerados: 30 dias
- Eficiência do projeto fotovoltaico: 90%

Assim:

- Consumo médio diário: $740/30 = 24,666$ kWh/dia
- Potência de placas necessária = $24,666/5,04 = 4,89$ kWp
- Assumindo eficiência de 90%: $4,89/0,90 = 5,43$ kWp

Desse modo:

- Tamanho do sistema: 5,50 kWp
- Potência de cada módulo: 225 Wp
- Número de módulos: 20
- Produção anual estimada: 7.975 kWh/ano

- Área necessária para instalação: 35 m²

Depois de calculado a potência necessária das placas, o restante dos itens foram dimensionados e escolhidos.

Já na proposta comercial, a análise técnica-comercial foi feita, em que foi destacado as características gerais do sistema fotovoltaico, orçamento, prazos e observações sobre o que estava ou não incluído no valor da proposta.

O valor do sistema solar foi R\$ 17.700,00, em que está incluído nesse valor os vinte módulos fotovoltaicos, inversor, estruturas e materiais, serviços e seguro de um ano (risco de engenharia e montagem).

Em relação a viabilidade econômica, foi calculado que em 25 anos, a Sevel economizará R\$ 233.674,45 e que o tempo de retorno do investimento inicial é de dois anos e onze meses.

Na Figura 21 são mostrados os módulos solares instalados no prédio da Sevel Engenharia.

Figura 21 – Sistema Solar Fotovoltaico da Sevel Engenharia.



Fonte: Aatoria Própria.

3.3 Auxílio em Licitações

Alguns dos contratos da Sevel Engenharia são conseguidos por licitações e para dar um suporte maior no escritório, a estagiária auxiliou a colaborada responsável pelas licitações na empresa.

Para essa atividade foi necessário a leitura da Lei 8.666/93, a Lei de Licitações e Contratos, que estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertencentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no Brasil.

A modalidade de licitação que a empresa mais participou, durante o período de estágio da aluna, foi a tomada de preços, em que os interessados devidamente cadastrados ou que atenderem a todas as condições exigidas para cadastramento até o terceiro dia anterior à data do recebimento das propostas, observada a necessária qualificação, poderia participar da licitação.

O papel da estagiária foi ajudar a colaboradora da empresa com a preparação dos documentos e planilhas orçamentárias, além de acompanhar a abertura dos envelopes no dia e local das licitações.

As licitações que a estagiária participou de todas as fases, da leitura do edital à abertura dos envelopes de habilitação e proposta de preços, foram as dos municípios de Maracanaú e Aracati, localizados no Ceará, para implantação de uma subestação aérea de 150 KVA e 225 KVA, respectivamente.

3.4 Outras Atividades

Além das atividades acima descritas, a estagiária também participou de outras, como:

- Leitura de projetos elétricos para levantamento de material;
- Modificação de projetos de subestações;
- Modificação de projetos de instalações elétricas de baixa tensão;
- Acompanhamento da manutenção preventiva da subestação de MT e da inspeção do SPDA do sistema Verdes Mares e o comissionamento dos cabos de média tensão da obra do Porto Fino.

4 CONCLUSÃO

Com o estágio integrado, o primeiro contato da aluna com um ambiente de uma empresa, como engenheira, foi feito, o que trouxe experiências, crescimentos e aprendizados na vida pessoal e profissional da mesma.

Além disso, ficou ainda mais evidente, o quanto a realização do estágio em um lugar como uma indústria é importante para a concretização do que foi aprendido e estudado no decorrer dos anos da graduação.

Em relação às atividades realizadas pela aluna, todas proporcionaram algum tipo de conhecimento, seja ele técnico ou pessoal, porém a que mais chamou a atenção da estagiária foi acompanhar a montagem eletromecânica da subestação, além da inspeção de aterramento e o comissionamento dos cabos de média tensão da obra do Porto Fino, tanto pelo conhecimento adquirido, quanto pelo porte da obra, por tantas empresas participarem e por tantas atividades estarem sendo desenvolvidas ao mesmo tempo.

Outra fato que também chamou a atenção e foi percebido, é que apesar de todo o conhecimento técnico, planejamento e gestão de projetos e pessoas, quase sempre impasses irão ocorrer que atrasarão o andamento de alguma atividade, e até mesmo isso deve ser planejado para que caso ocorra, a obra não atrase nem os colaboradores fiquem parados.

O objetivo do estágio de proporcionar e consolidar a formação acadêmica da aluna com experiências profissionais, foi alcançado e além disso, contribuiu de forma significativa ao crescimento pessoal e profissional da aluna.

Referências

COELCE. NT-002/2011: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição. Ceará, 2011.

ABNT. NBR 15749: Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento. Rio de Janeiro. 2009.

MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. 7º ed. Rio de Janeiro. LTC. 2007.

CONSULTORIA BGF. Inspeção do sistema de aterramento. Disponível em: <www.bgfconsultoria.com.br/inspecao-do-sistema-aterramento>. Acesso em: Dezembro de 2017.

MN CONSULTORIA. Termografia quadros elétricos. Disponível em: <<http://www.mnconsultoria.com.br/termografia-quadros-eletricos>>. Acesso em: Dezembro de 2017.

MEGABRÁS, Indústria Eletrônica Ltda. Manual EM4055. Disponível em: <<https://www.megabras.com.br/pt-br/get.php?file=EM4055.pdf>>. Acesso em: Janeiro de 2018.

GRUPO EDSON QUEIROZ. Disponível em: <<http://www.edsonqueiroz.com.br/>>. Acesso em: Janeiro de 2018.

FLIR, Instruments. Disponível em: <<http://www.flir.com.br/instruments/display/?id=61194>>. Acesso em: Janeiro de 2018.