

Déborah Kalynne da Silva

Relatório de Estágio Obrigatório

Natal, RN

2014

Déborah Kalynne da Silva

Relatório de Estágio Obrigatório

Este relatório tem finalidade descrever as atividades realizadas no estágio curricular supervisionado, realizado na empresa Engenharia e Qualidade, como requisito necessário para obter o título de Engenheiro Eletricista.

Orientador:
Caio Dorneles Cunha

Supervisor:
Fábio José Vieira de Souza

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Natal, RN

2014

Relatório de estágio supervisionado, desenvolvido na Empresa Engenharia e Qualidade, apresentado em 23 de Maio de 2014, na cidade de Natal, no estado do Rio Grande do Norte, examinado por:

SUMÁRIO

Lista de Figuras

Agradecimentos	7
1. Identificação	8
2. Responsabilidades e Compromissos	9
2.1. Termo do Aluno	9
2.2. Termo do Supervisor	10
3. Introdução	11
4. Engenharia e Qualidade	12
5. Principais Atividades Desenvolvidas	13
5.1. Projeto de Cabeamento Estruturado do Hotel Arena View	14
5.1.1. Pontos	14
5.1.2. Cabeamento	14
5.1.3. Estruturação	16
5.1.4. Dimensionamento das Eletrocalhas e dos Eletrodutos	17
5.1.5. Disciplinas Envolvidas	18
5.2. Projeto de uma Subestação Aérea UPA/Assu	19
5.2.1. O Projeto	19
5.2.2. Especificação da Medição	19
5.2.3. Especificação do Aterramento	19
5.2.4. Dimensionamento dos Eletrodutos	21
5.2.5. Proteção dos Condutores	21
5.2.6. Disciplinas Envolvidas	21
5.3. Projeto de uma Subestação Abrigada Proinfancia/Assu	22
5.3.1. O Projeto	22
5.3.2. Entrada de Energia	23
5.3.3. Medição	24
5.3.4. Condutores Dimensionados	24
5.3.5. Proteção dos Condutores	24
5.3.6. Aterramento	25
5.3.7. Eletrodutos Dimensionados	25
5.3.8. Disciplinas Envolvidas	25
5.4. Medidas de Resistividade do Solo para uma Subestação Elevadora	27
5.4.1. Conceitos Iniciais	27
5.4.2. O FLUKE 1625	27
5.4.3. Procedimento	29
5.4.4. Resultados	29

5.4.5. Análise dos Resultados.....	31
5.4.6. Disciplinas Envolvidas.....	32
6. Dificuldades Encontradas	32
7. Conclusão.....	33
Anexos	34

LISTA DE FIGURAS

1	Conectorização do RJ45, CAT6.....	pg. 15
2	Imagem ilustrativa das dimensões do rack de 44U	pg. 16
3	Interface do programa para o dimensionamento de eletrodutos e eletrocalhas.....	pg. 17
4	Desenho ilustrativo de uma subestação aérea de 150 até 225kVA, com medição indireta em mureta.....	pg. 20
5	Tabela para dimensionamento dos TCs em Média Tensão.....	pg. 24
6	Medição da Resistividade do Solo.....	pg. 26
7	Testador de Aterramento e Proteção Elétrica FLUKE 1625.....	pg. 27
8	Planta com os pontos demarcados a serem medidos.....	pg. 28
9	Gráfico com as medidas de Resistividade.....	pg. 30
10	Curvas Resultantes de acordo com o Método de Wenner.....	pg. 30

AGRADECIMENTOS

- Quero agradecer primeiro a Deus que não me deixa perder a fé todos os dias em que me sinto fraca. Agradeço também sua permissão para que eu chegasse até aqui;
- Aos meus avós, já falecidos, por terem me ensinado o valor da educação, do amor e do respeito;
- As minhas tias, Rosa e Ione, que me aceitaram como sua filha e me ensinaram sempre o caminho correto, que me apoiam e me ajudam em todas as minhas dificuldades e fizeram que eu chegasse até aqui;
- Aos meus amigos que de maneira direta e indiretamente me ajudaram a estudar e a chegar até aqui. Amigos como Marília Zacarias, Marcela Miasato, Mariana Brasil, Ana Paula, Manuel Bouzas, Jéssika Fonseca, Igo Marcel;
- Aos meus amigos do intercâmbio CSF que levarei para minha vida toda em termos de aprendizado pessoal. Pessoas como: Larissa Layer, Debora Moreno, Ana Beatriz, Dayme Freitas, Laila Menezes, Laís Ferreira, Laura Carrera;
- A todos os professores, pela amizade, incentivo e ajuda, porque me auxiliaram a construir este trabalho e toda a minha vida acadêmica no curso de Engenharia Elétrica;
- A todos os funcionários da empresa Engenharia e Qualidade pela disposição e ensinamentos repassados ao qual levarei por toda a minha vida profissional e pessoal.

1. IDENTIFICAÇÃO

Aluno Déborah Kalyne da Silva

Rua Prefeito Expedito Alves, 1528, Capim Macio, Natal/RN

Telefone: (84) 8783 – 5273

Email: deborahkalyne@live.com

Empresa Gomes & Vieira LTDA.

Rua Edgar Barbosa, 125 – Nova Descoberta – Natal/RN

Telefone: (84) 3211 – 7996

Supervisor Fábio José Vieira de Souza

Engenheiro Eletricista

Sócio Gerente da Gomes & Vieira LTDA

Telefone: (84) 8846 – 0673

Email: fabio@engenhariaequidade.com.br

2. RESPONSABILIDADES E COMPROMISSOS

2.1. Termo do Aluno

Eu, Déborah Kalynne da Silva, portador do RG de número 002.756.006 SSP/RN, domiciliado na Rua Prefeito Expedito Alves, 1524, Bloco 37, apt. 302 – Capim Macio – Natal/RN, responsabilizo-me pela veracidade das informações contidas neste relatório e autorizo ao representante legal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte a fazer uso de qualquer meio legal aplicável para comprová-las.

Déborah Kalynne da Silva
Estagiária

2.2. Termo do Supervisor

Eu, Fábio José Vieira de Souza, sócio gerente da empresa Gomes & Vieira LTDA, responsabilizo-me pela veracidade das informações contidas neste relatório e autorizo ao representante legal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte a fazer uso de qualquer meio legal aplicável para comprová-las.

Fábio José Vieira de Souza
Supervisor de Estágio
Sócio Gerente da Empresa Gomes & Vieira LTDA

3. INTRODUÇÃO

Este relatório de estágio tem como objetivo explicar as atividades realizadas durante o período de estágio curricular obrigatório do curso de Graduação em Engenharia Elétrica que foi desenvolvido na empresa Gomes & Vieira LTDA. Este trabalho contém uma breve descrição a respeito da empresa e das atividades realizadas. Os trabalhos que foram executados durante o período de estágio proporcionaram uma aprendizagem e aplicação dos conteúdos ministrados na UFRN, sendo realizados em obras em andamentos e obras a serem executadas.

O estágio ocorreu durante o período de 06 meses, de Novembro de 2013 a Abril de 2014, com carga horária de 6 horas diárias, sob supervisão do engenheiro eletricitista Fábio José Vieira de Souza, sócio gerente da empresa Gomes & Vieira LTDA, e orientação do professor Doutor Caio Dornelles Cunha, do departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Este relatório serão apresentadas as principais atividades realizadas durante o período de estágio, comentadas de maneira direta e concisa, voltadas para o exercício da engenharia elétrica.

4. ENGENHARIA E QUALIDADE

A ENGENHARIA E QUALIDADE é uma empresa que presta serviços e representações nas áreas de telecomunicações, eletroeletrônica, tecnologia da informação e aeroespacial. A E&Q Engenharia desenvolve e executa projetos de instalações elétricas, circuito fechado de televisão e cabeamento estruturado, sempre procurando oferecer aos clientes opções de qualidade, confiabilidade e agilidade na entrega de seus projetos, sendo presente no mercado a aproximadamente 19 anos.

Os principais objetivos da empresa são sempre alcançados através da seleção de técnicos de alto nível, como também pela contratação de consultores de reconhecida competência nas áreas específicas dos projetos confiados a ENGENHARIA E QUALIDADE pelos seus contratantes, atingindo alto nível de especialização com reduzido custo operacional.

Seguindo uma nova visão empresarial, a E&Q possui diversas parcerias com outras empresas de alto nível do próprio segmento ou afins, se destacando as seguintes:

- FURUKAWA, na área de fornecimentos de passivos da rede lógica;
- BOSCH, na área de fornecimento de equipamentos para instalações de centrais de incêndios e seus componentes;
- PANASONIC, na área de segurança eletrônica;
- Entre outras.

5. PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Observando os princípios básicos dos projetos executados pela empresa Engenharia e Qualidade que é a prestação de serviços e representações nas diversas áreas de telecomunicações, eletroeletrônica, aeroespacial e tecnologia da informação, sendo realizado um estudo nas Normas regulamentadoras da ABNT: NBR 14565, NBR 5410 e NBR 09441, responsáveis, respectivamente pela regulamentação dos Procedimentos básicos para elaboração de projetos de cabeamento estruturado, Instalações elétricas de baixa tensão e Execução de Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio.

CONCEITOS INICIAIS

As atividades aqui desenvolvidas tem como principio teórico o uso do cabeamento estruturado, sendo uma técnica utilizada para se projetar sistemas de telecomunicações genéricos, que não se dedicam a aplicações específicas.

Telecomunicações, atualmente, é mais do que voz e dados, sendo utilizado em diversas aplicações, como:

- Sistemas de CFTV;
- Centrais telefônicas IP, sendo de grande vantagem, se comparada a telefonia analógica;
- Dentre outras.

Os projetos elétricos também são destacados pela necessidade e obrigatoriedade de acordo com normas, como a NBR 5410, que garante segurança, confiabilidade e condições que vão atender as necessidades dos clientes.

5.1. PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO DO HOTEL ARENA VIEW

Este trabalho teve como finalidade projetar pontos de dados, CFTV e telefonia, no total de 686 pontos de cabeamento estruturado, divididos em 216 apartamentos, 3 subsolos e área administrativa, além do dimensionamento de eletrodutos, eletrocalhas e os racks.

5.1.1. PONTOS

Todos os pontos foram colocados de maneira que facilitasse o seu acesso e instalação, onde foi colocado da seguinte maneira, já identificados anteriormente pelo cliente.

Os principais pontos instalados nesse projeto foram:

- Roteadores: apenas 3, sendo a cada dois andares dos apartamentos, 3 pontos nos subsolos, 4 pontos no pavimento térreo, 8 pontos no primeiro andar e 9 no segundo andar;
- Câmeras: 4 pontos por apartamento, 38 pontos divididos entre os subsolos, 41 câmeras para o térreo, 3 câmeras no primeiro andar, 15 câmeras no segundo andar e mais 7 pontos no andar da sala de máquinas;
- Telefonia: 1 ponto por apartamento e mais 3 pontos para o andar da sala de máquinas, sendo todos de tecnologia analógica;
- Dados: 1 ponto por apartamento, 1 ponto de dados para os subsolos 1,2 e 3, 10 pontos para o térreo, 25 pontos para o primeiro andar, 7 pontos no segundo andar e 5 pontos no andar da sala de máquinas.

5.1.2. CABEAMENTO

O cabeamento responsável pelas estações de trabalho do setor administrativo foi coberto por rede estruturada de CAT 6; todas as câmeras do setor de segurança do hotel foram de tecnologia IP, com cabeamento de CAT 5e e, a telefonia para a

rede administrativa foi IP, e a telefonia para os apartamentos foi de tecnologia analógica.

A diferença no dimensionamento dos cabos se deu a pedido da empresa contratante, visando uma maior economia em termos de produtos. Mas vale salientar que o cabo de CAT6 consegue transmitir 250MHz de banda passante enquanto que o cabo de CAT5e tem banda passante de 125MHz.

Abaixo segue como é feita a conectorização de cada cabo, através do conector RJ45:

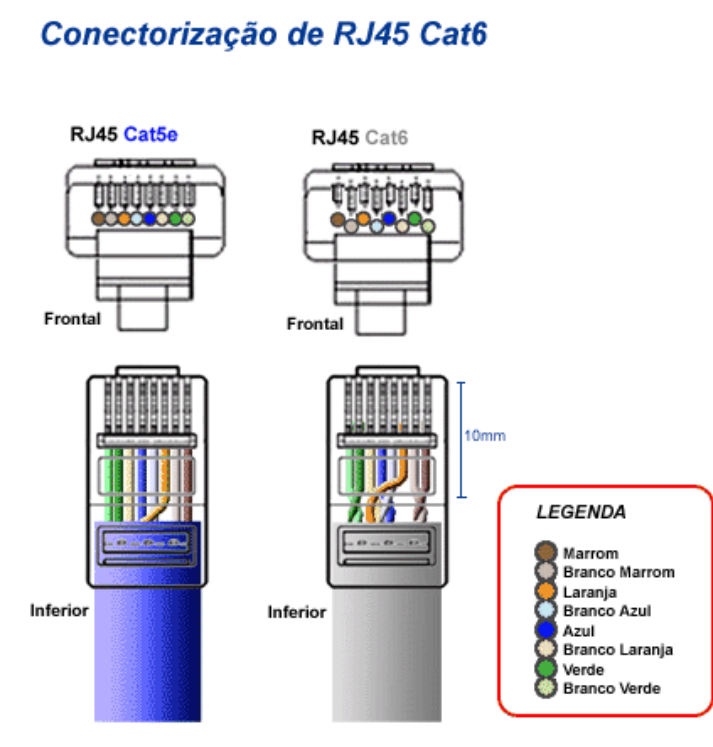


Figura 01: Conectorização do RJ45, CAT6

Observa-se a diferença do posicionamento diferente dos pinos, favorecendo o trançado do cabo, pois, se houver mais 10mm de vias não trançadas, o cabo pode não funcionar a 1Gbps ethernet.

O cabeamento foi projetado de maneira a ter uma margem mínima entre 6 e 12% de reserva na rede passiva e em seus ativos, permitindo futuras ampliações sem ser necessário maiores investimentos.

5.1.3. ESTRUTURAÇÃO

A rede foi constituída de três racks principais, localizados na área administrativa do Hotel, com tamanho de 44U cada, já que estes racks são responsáveis por receber todos os pontos dos racks secundários, no-breaks e o cabeamento provenientes da concessionária.

Os racks secundários foram projetados para receber os pontos provenientes de dois pavimentos (ex.: 4º e 3º, 6º e 5º, assim por diante, até o 17º andar, com o total de 72 pontos, aproximadamente, por racks), com tamanho de 12U, subdividindo dois racks por cada andar par, a partir do 3º pavimento.

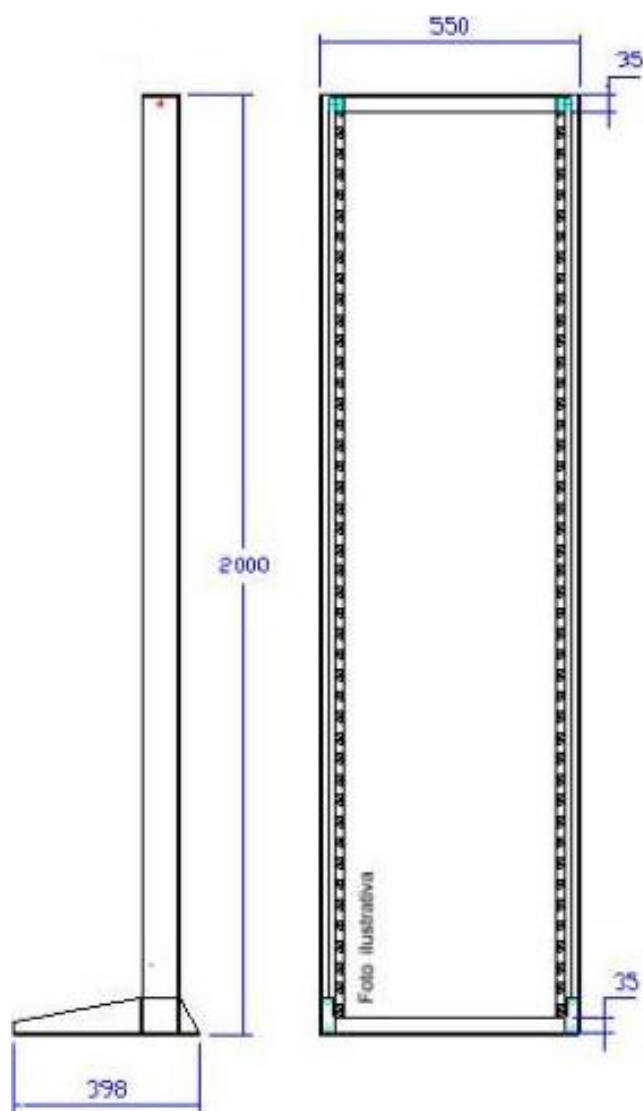


Figura 02: Imagem ilustrativa das dimensões do rack de 44U




A topologia da rede é estrela e os backbones entre os racks principais e os demais racks são ópticos para estrutura de dados e metálicos para a telefonia.

5.1.4. DIMENSIONAMENTO DAS ELETROCALHAS E DOS ELETRODUTOS

As eletrocalhas e os eletrodutos foram dimensionados de acordo com a norma da ABNT 5410, de maneira que houvesse apenas 40% (quarenta por cento) de sua ocupação total, podendo assim, futuramente uma expansão da rede de cabeamento estruturado.

O programa utilizado para auxílio do cálculo de forma rápida, precisa e eficaz foi proveniente do site http://www.fabioleite.com.br/calc/Calc_Eletroduto.html, onde abaixo segue sua interface:


Calculo de ocupação de Eletroduto ou Eletrocalha

Diâmetro externo do cabo	b1		mm
Quantidade de Cabos	b2		U
Ocupação* (40 % a 60 %) * Elétrica máx. 40 %	b3		%

Espaço destinado ao diâmetro externo do cabo, ao qual foi usado 7mm
 Espaço para quantidade de cabos corresp. da saída do ponto ao duto ou calha
 Ocupação máxima no duto ou eletrocalha

Resultados do cálculo acima:

Eletroduto (Conduite) Dimensões Mínimas		mm		in
---	---	----	--	----

Eletrocalha Área mínima:		mm ²
------------------------------------	---	-----------------

Processar

L x H (mm)	Área (mm ²)
50 x 75	3.750
50 x 150	7.500
75 x 75	5.625
75 x 150	11.250
75 x 200	15.000
75 x 250	18.750

Tabela 1 - Tabela de Referência Para Eletrocalhas

Diametro mm	In
16	1/2"
21	3/4"
27	1"
35	1 1/4"
41	1 1/2"
53	2"
63	2 1/2"
78	3"
91	3 1/2"
103	4"

Tabela 2 - Tabela de Referência Para Eletrodutos

Figura 03: Interface do programa para o dimensionamento de eletrodutos e eletrocalhas.

5.1.5. DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

As disciplinas envolvidas nesse projeto foram:

- DCO0025 – CABEAMENTO ESTRUTURADO;
- DCO0003 – REDES DE COMPUTADORES I.

5.2. PROJETO DE UMA SUBESTAÇÃO AÉREA PARA UMA UPA/ASSÚ

O projeto teve por finalidade projetar um subestação do tipo aérea, com ramal de entrada subterrâneo, medição indireta no lado de baixa tensão em mureta (Mais detalhes, ver tópico 5.2.2), transformação 13,8kV/220V (fase/neutro), e potência nominal de 225kVA.

5.2.1. O PROJETO

A subestação foi projetada para atender uma UPA (Unidade de Pronto Atendimento), que conta com aparelhos hospitalares que consomem uma carga razoavelmente alta, como é o caso de aparelhos de Raio-X e ares-condicionados que são mantidos ligados durante todo o dia, com aproximadamente 188kVA de carga instalada e 162kVA da demanda máxima prevista.

O transformador adotado foi de 225kVA, com tensão primária 13800V e tensão secundária 380/220V, delta-estrela aterrado e refrigeração a óleo.

Os cabos de alta tensão virão diretamente do poste da concessionária e ligados ao terminal primário da subestação. Os cabos dimensionados, conforme norma da COSERN, com temperatura de até 90 graus são: 240mm² para cada fase e neutro, 120mm² para terra, seguindo para medição. Em paralelo a esses, passará um cabo de 35mm² responsável pelo aterramento dos para-raios.

Todos os cabos, tipo de medição, aterramento e tipo da subestação foram dimensionados nesse projeto de acordo com a norma Fornecimento de Energia Elétrica em tensão primária de distribuição - 13,8kV, código SM04.00-00.03.

5.2.2. ESPECIFICAÇÃO DA MEDIÇÃO

A medição será indireta em mureta, com fácil e livre acesso (ver figura 4), que no caso desse projeto ficou para uma rua perpendicular a frente da construção. Conforme norma da COSERN, todas as caixas utilizadas são de aço, e os equipamentos de medição, como os TC's que serão fornecidos e dimensionados pela concessionária com as seguintes especificações (nesse tipo de subestação, devido a carga ser de até 225kVA, não há necessidade de utilização dos TP's):

- Transformador de corrente de medição, classe de isolamento 0,6kV, classe exatidão 0,3%, fator térmico $FT=2$, uso interno e relação de transformação (RTC), de 400-5 A.

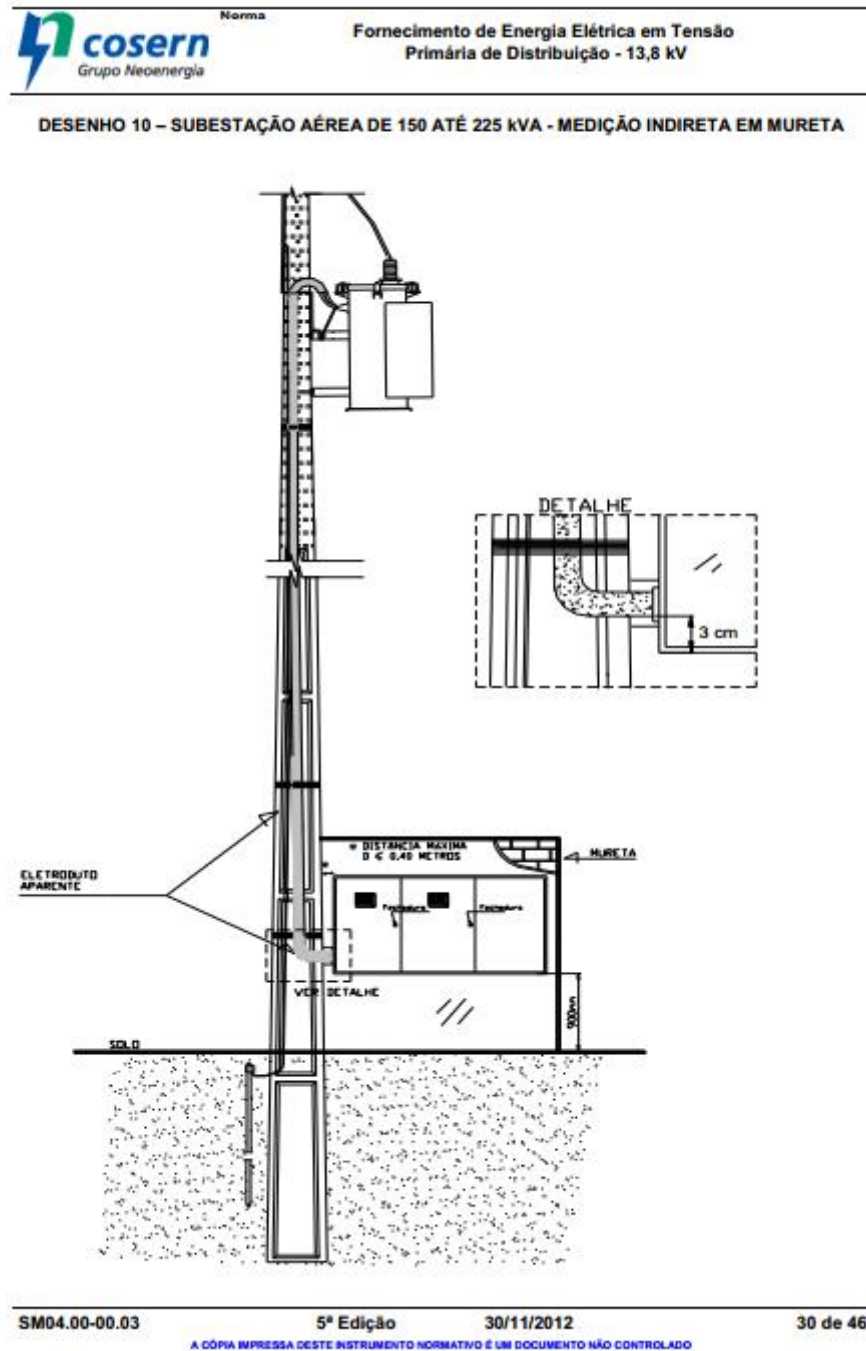


FIGURA 4: Desenho ilustrativo de uma subestação aérea de 150 até 225kVA, com medição indireta em mureta.

5.2.3. ESPECIFICAÇÃO DO ATERRAMENTO

O aterramento se derivará diretamente do poste a terra, por meio de cabo de cobre nu, seção de 35mm². Uma haste de aterramento em aço, revestida com camada de cobre de espessura de 0,25mm, com 2400mm de comprimento por 16mm de diâmetro, deverá ser cravada em uma caixa de inspeção com dimensões mínimas de 300x300x300mm (ver figura 4).

5.2.4. DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

Para o poste, os cabos de baixa tensão passarão por um eletroduto de ferro galvanizado, bitola 4", classe pesada, que se dirigirá à caixa de medição indireta. O cabo de aterramento, será protegido por um tubo de PVC de 2", com altura de 3 metros, a partir do solo. A mudança no tipo de eletrodutos nesse caso deu-se pelo fato do cabo de aterramento ser nu e os cabos de baixa tensão serem isolados, e não podendo usar assim um eletroduto de ferro galvanizado.

Ao lado da caixa de medição indireta, foi dimensionada uma caixa de inspeção de 800x800x1000mm, onde passarão os cabos de baixa tensão até o QGBT através de um eletroduto de PVC de 4", classe pesada, a uma profundidade de 300mm da superfície.

5.2.5. PROTEÇÃO DOS CONDUTORES

Na caixa de medição deverá conter um disjuntor, previamente calculado, termomagnético tripolar, 400A/600V, Icc 40kA, protegendo assim, o ramal alimentador que segue para o QGBT.

5.2.6. DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

As disciplinas envolvidas nesse projeto foram:

- ELE0337 – SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA;
- ELE0523 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS;
- ELE0335 – PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA.

5.3. PROJETO DE UMA SUBESTAÇÃO ABRIGADA EM UMA CRECHE - PROINFANCIA/ASSU

O projeto consistiu em projetar uma subestação do tipo abrigada, com ramal de entrada subterrâneo, transformação 13,8kV/220V e potencia nominal de 337,5kVA (um transformador de 225kVA e o segundo de 112,5kVA).

5.3.1. O PROJETO

De acordo com a norma: Fornecimento de Energia Elétrica em tensão primária de distribuição - 13,8kV, código SM 04,00-00.03, da COSERN, observa-se:

"4.8.6 Subestação Aérea

4.8.6.1 É aceito este tipo de subestação quando a potencia instalada for igual ou inferior a 225kVA;"

Com isso, para executar o projeto, o cliente tem uma potencia de carga instalada já com reserva de 270 kVA e 240kVA de demanda máxima, o que impossibilitou o uso de uma subestação aérea nesse caso.

A subestação foi projetada com dimensões de 3,60x8,25x3,00m (LxCxA), sendo dividida em 4 cubículos, devidamente protegidos por telas de arame galvanizado aterradas, seguindo abaixo: um para medição, através de TC's e TP's dimensionados por norma; um para proteção, contendo um disjuntor PVO (pequeno volume de óleo); os outros dois para transformação, com os transformadores de 225kVA e 112,5kVA, com entrada de ventilação através de cobogós com tela de arame galvanizado N° 12 e corredores medindo 1,20m de largura, o que possibilita facilitar o acesso e a movimentação das máquinas.

Nesse projeto apenas foi construído na subestação um quadro de distribuição, onde foi feito um barramento para ligar o secundário dos transformadores, saindo apenas um cabo para cada fase e o neutro (ver diagrama unifilar em anexo).

5.3.2. ENTRADA DE ENERGIA

A entrada de energia para a subestação foi consultada anteriormente, onde fomos a uma visita a Assu para verificação do terreno onde seria colocado o poste particular, ficando o mais próximo do poste de derivação da concessionária, sendo atendida com tensão de 13,8kV. Os cabos foram dimensionados conforme norma da COSERN (ver sessão anterior).

As chaves elo fusível foram projetadas de 15kV e elo de 25K, também conforme norma, para proteção do ramal de entrada, caso haja algum surto de qualquer natureza.

5.3.3. MEDIÇÃO

A medição de acordo com a norma diz que:

"4.9 Medição

4.9.2 Os equipamentos de medição, tais como medidores, TP's e TC's são fornecidos e lacrados pela concessionária, ao passo que ao consumidor cabe assegurar o livre acesso dos funcionários da concessionária ao local da instalação;"

Com isso, os transformadores para proteção neste caso, seguem as seguintes especificações, segundo norma da COSERN:

- a) Três transformadores de potencial de medição, tensão nominal 13,8kV, classe de isolamento de 15kV, grupo de ligação 2, tensão secundária 115V, classe de exatidão de 0,3%;
- b) Três transformadores de corrente de medição, tensão nominal 13,8kV, classe de isolamento 15kV, classe exatidão 0,3%, fator térmico FT=1,5, uso interno e relação de transformação (RTC), de 15-5 A.

Abaixo segue a tabela que foi utilizada para projetar, por exemplo, os transformadores de corrente:

TABELA 04 – TC PARA MEDIÇÃO EM BAIXA TENSÃO

POTENCIA INSTALADA (KVA)	RELAÇÃO TC
150	300-5A
225	400-5A

TABELA 05 – TC PARA MEDIÇÃO EM MÉDIA TENSÃO

CARGA INSTALADA (KVA)	RELAÇÃO TC
300	10-5A
301 - 450	15-5A
451 - 600	20-5A
601 - 900	30-5A
901 - 1.200	40-5A
1.201 - 1.500	50-5A
1.501 - 2.250	75-5A
2.251 - 2.500	100-5A

Figura 5: Tabela para dimensionamento dos TCs em Média Tensão.

5.3.4. CONDUTORES DIMENSIONADOS

Os cabos dimensionados, de acordo com a norma da COSERN, com temperatura de 90 graus, com sessões nominais abaixo:

- 1x240mm² para cada fase e neutro, e 1x120mm² para o condutor de proteção, saindo do transformador de 225kVA;
- 1x70mm² para cada fase e neutro, e 1x35mm² para o condutor de proteção, saindo do transformador de 112,5kVA;
- 1x300mm² para cada fase e o neutro, e 1x150mm² para o condutor de proteção, no barramento de encontro dos condutores dos transformadores, localizado em um quadro de distribuição na própria subestação.

5.3.5. PROTEÇÃO DOS CONDUTORES

Para os cabos do lado de alta tensão, foram projetados chaves seccionadores tripolares, 15Kv/400A, acionamento simultâneo, tipo punho de manobra. Os cabos

do lado de baixa tensão foram protegidos por um disjuntor termomagnético tripolar 600A/600V, Icc 40kA, que protegerá o ramal alimentador que segue para o QGBT.

5.3.6. ATERRAMENTO

O aterramento da subestação foi feito por 6 hastes de aterramento em aço, revestidas com camada de cobre de espessura de 0,25mm, com 2,4m de comprimento por 1,6cm de diâmetro, onde cada haste foi colocada em caixas de inspeção de 300x300x300mm, devidamente separadas, onde os condutores de aterramento, com seção de 70mm² (nesse caso foi colocado essa bitola, pois a construção já tinha essa bitola em seu aterramento), cobre nu, fossem ligados o mais curto e retilíneo possível, não podendo ter emendas, evitando sua interrupção.

5.3.7. ELETRODUTOS DIMENSIONADOS

O ramal de entrada da subestação subterrânea chegará a caixa de passagem com dimensões de 800x800x1000, por meio de eletroduto de ferro galvanizado de 4" (aproximadamente 10cm de diâmetro), classe pesada, como sugere norma da COSERN. O trecho subterrâneo entre a subestação e a caixa de passagem do poste, foi de eletroduto de PVC rígido de 4", sendo lançado a uma profundidade de 30cm da superfície.

5.3.8. DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

As disciplinas envolvidas nesse projeto foram:

- ELE0337 – SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA;
- ELE0523 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS;
- ELE0335 – PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA.

5.4. MEDIDAS DE RESISTIVIDADE DO SOLO PARA A SUBESTAÇÃO ELEVADORA RIACHÃO – CEARÁ MIRIM

Este trabalho teve como objetivo levantar dados para fornecer a empresa contratante medidas de resistividade do solo para a Subestação Elevadora Riachão - 230/34,5kV, em Ceará-Mirim, pelo método de Wenner, utilizando o equipamento FLUKE, modelo 1625.

5.4.1. CONCEITOS INICIAIS

A resistividade do solo é a quantidade geológica e física com base nas quais são calculados e projetados os sistemas de aterramento. O procedimento aplicado usa o método elaborado por Wenner, que consiste em determinar a resistividade do solo até uma profundidade equivalente a distancia "a" (ver figura X), entre duas hastes de aterramento. Com o aumento e mudança dessa distancia, pode-se medir extratos em maior profundidade e verificar sua uniformidade, obtendo um perfil de medidas com base no qual é possível identificar um eletrodo de aterramento adequado.

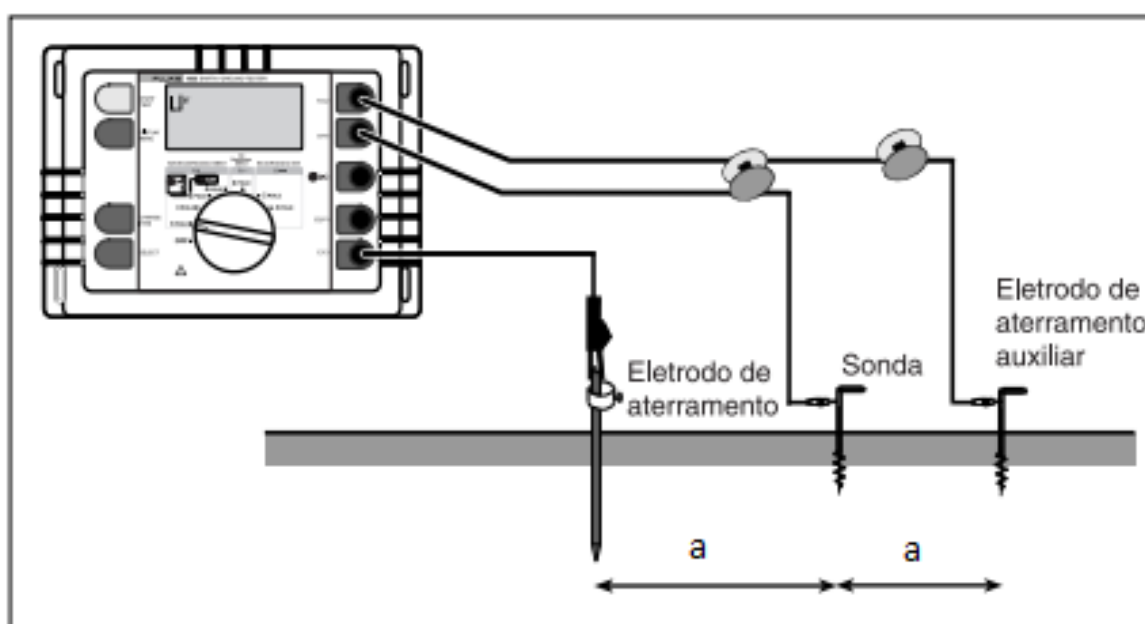
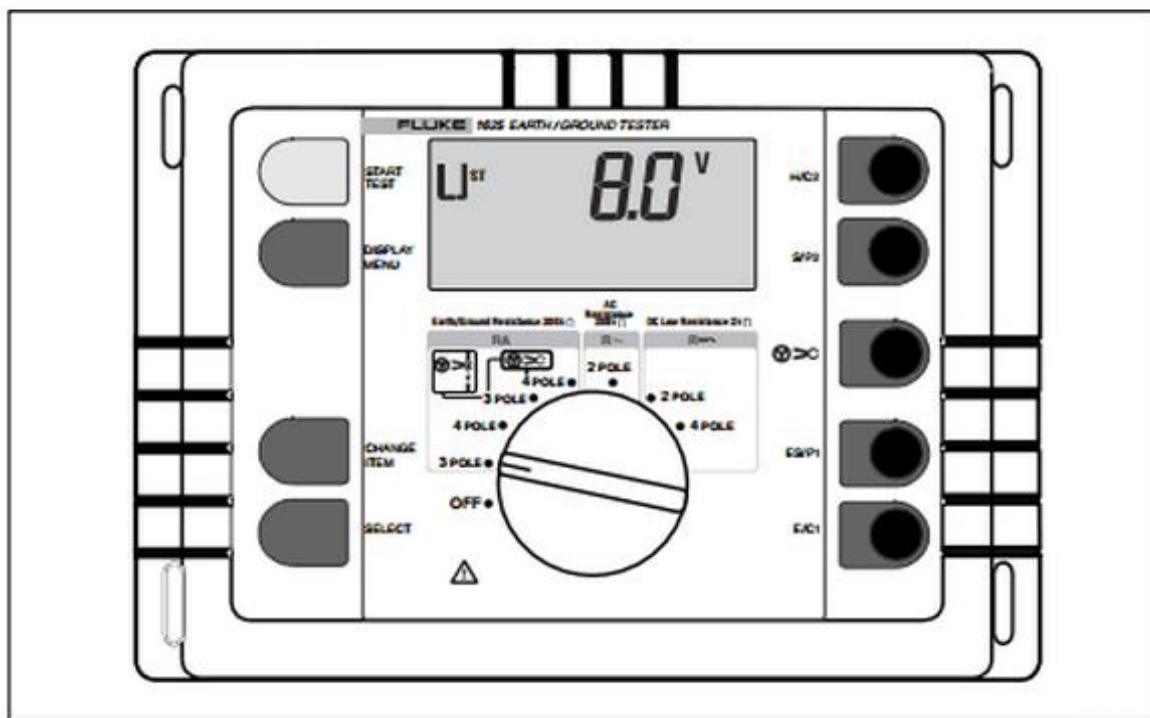


Figura 6: Medição da Resistividade do Solo

5.4.2. O FLUKE 1625

Medidor de resistência de aterramento universal controlado por microprocessador, com processo de seleção de frequência de medição totalmente automatizada, bem como função automática de teste de resistências de eletrodo de aterramento, eletrodo auxiliar e sonda; tensões de interferências possíveis. Segue abaixo alguma de suas funcionalidades:

- Medição de tensão de interferência (UST) ;
- Medição de frequência de interferência (FST) ;
- Medição de resistência da sonda (RS) ;
- Medição de resistência de eletrodo de aterramento auxiliar (RH) ;
- Medição de resistência de aterramento de 3 e 4 pólos (RE) com ou sem uso de transformador de corrente externo tipo alicate para medição seletiva de ramificações de ponto único de aterramento em sistemas de malhas de aterramento (A) ;
- Medição de resistência de 2 pólos com tensão CA (R_{\sim}) ;
- Medição de resistência de 2 e 4 pólos com tensão CC (RF).



edw001.eps

Figura 7: Testador de Aterramento e Proteção Elétrica FLUKE 1625

5.4.3. PROCEDIMENTO

O procedimento consistiu em utilizar 4 hastes (polos), de mesmo comprimento e material, que foram colocadas numa linha reta e equidistantes entre si, tendo como base 5 pontos centras de medição já demarcadas pelo cliente: A, B, C, D e E (ver figura X), fincadas a uma profundidade de 25cm no solo, com distancias previamente escolhidas em 2, 4 , 8 e 16 metros.

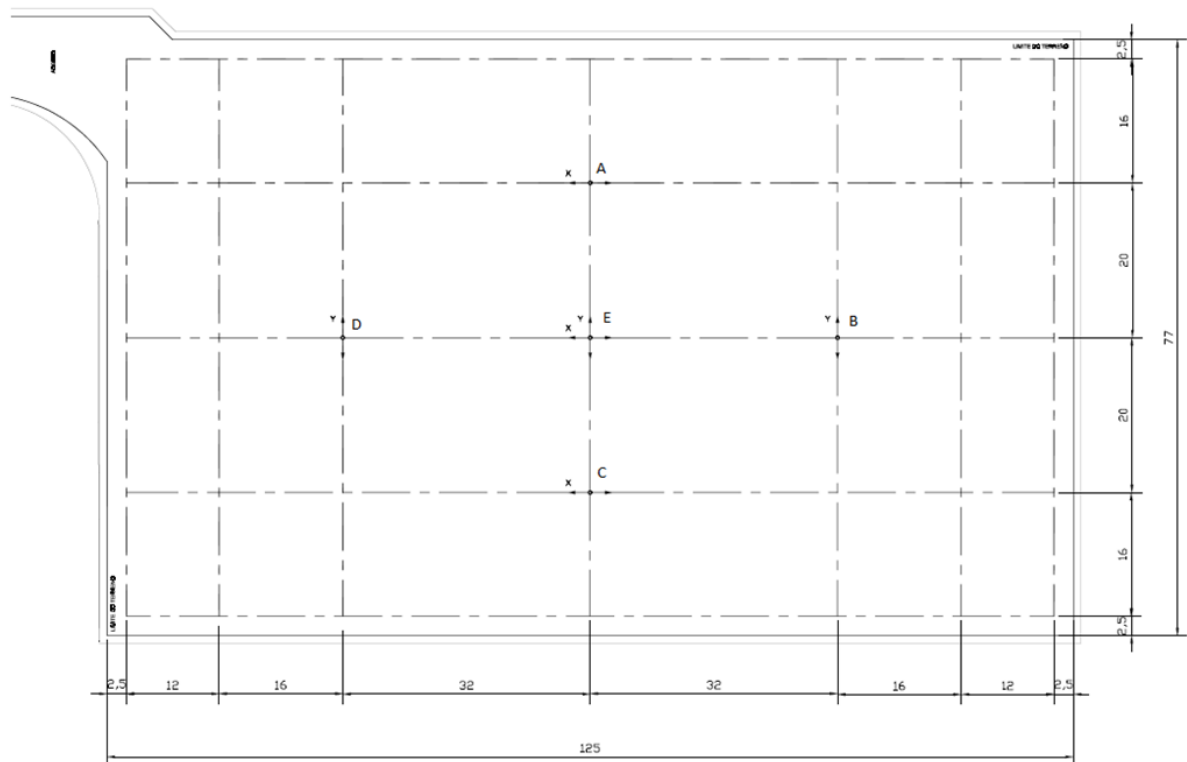


Figura 8: Planta com os pontos demarcados a serem medidos.

5.4.4. RESULTADOS

Para o cálculo da resistividade do solo, devemos utilizar a seguinte equação:

$$\rho_E = 2\pi AR_E$$

Onde:

ρE = Valor médio da resistividade do solo (Ωm)

RE = Resistência medida pelo FLUKE 1625

A = distancia entre as hastes

Com o uso programa Excel, obteve-se as seguintes tabelas:

RESISTÊNCIA (Ω) - FLUKE						
D(m)	A	B	C	D	Ex	Ey
2	93,5	131,6	44,1	81,3	58	66,9
4	60,1	96,1	25,6	67,1	39	40,7
8	40,9	56,5	27	45,2	35,8	33
16	17,5	25,2	18,3	25,7	21,6	16,9

Tabela 1: Medidas de Resistência

RESISTIVIDADE ($k\Omega m$) - FLUKE						
D(m)	A	B	C	D	Ex	Ey
2	1,174	1,653	0,554	1,021	0,728	0,840
4	1,510	2,414	0,643	1,686	0,980	1,022
8	2,055	2,839	1,356	2,271	1,799	1,658
16	1,758	2,532	1,839	2,582	2,170	1,698

Tabela 2: Medidas de Resistividade

De acordo com esses dados, podemos verificar por meio de um gráfico de linhas, a curva formada por esses pontos:

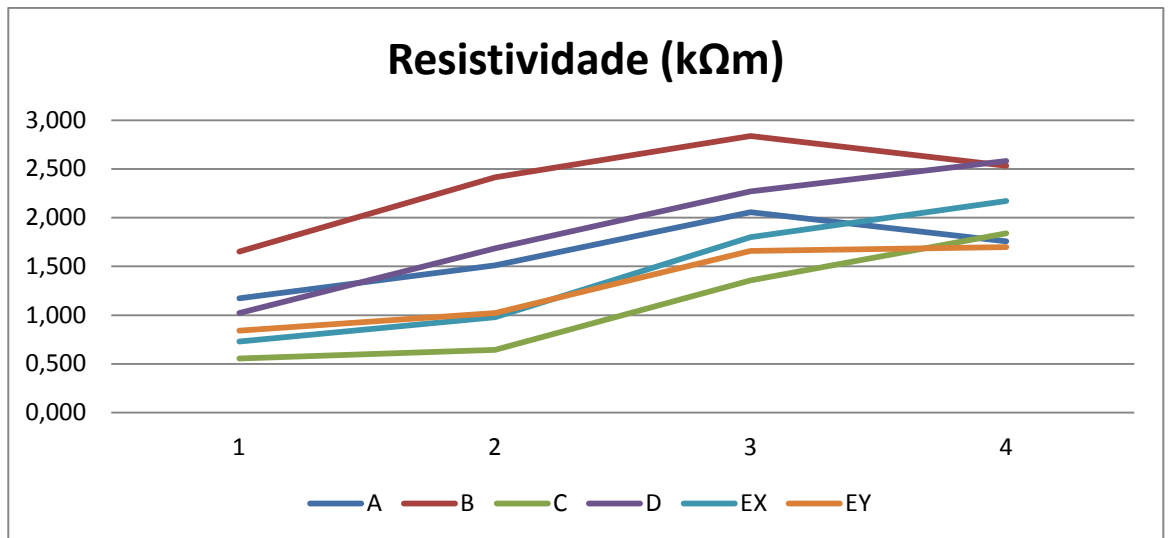


Figura 9: Gráfico com as medidas de Resistividade de acordo com a TABELA 2.

5.4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com o método de Wenner, as formas de curvas resultantes para esse tipo de procedimento estão ilustradas na figura abaixo:

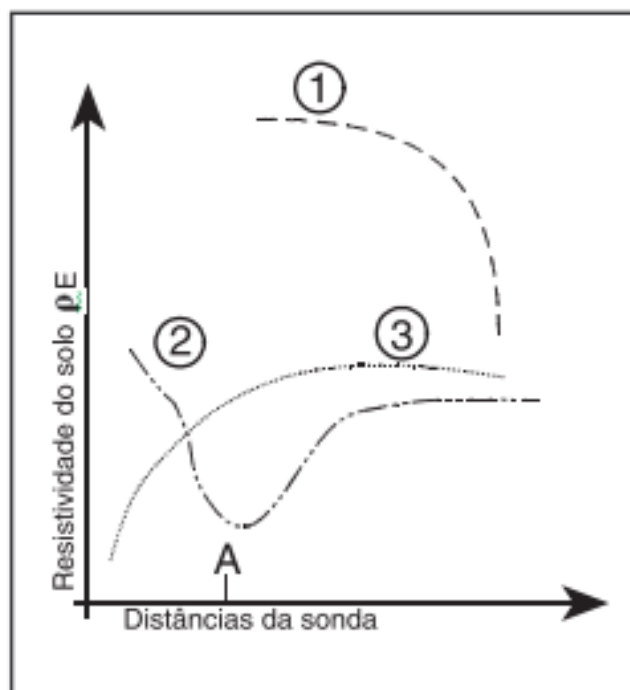


Figura 10: Curvas Resultantes de acordo com o Método de Wenner.

Curva 1: conforme ρE diminui com a profundidade, é aconselhável usar um eletrodo de aterramento profundo.

Curva 2: como o ρE diminui apenas até o ponto A, um aumento de profundidade além de A não melhora os valores.

Curva 3: com a maior profundidade, o valor ρE não diminui, sendo aconselhável usar eletrodo condutor tipo fita.

Com isso, observando a figura 9 com os resultados calculados e comparando com o gráfico do método de Wenner, vemos que a Curva 3 é a que mais se assemelha aos resultados obtidos, podendo agora fazer o aterramento de forma correta.

5.4.6. DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

As disciplinas envolvidas nesse projeto foram:

- ELE0337 – SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA;
- ELE0523 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS;
- ELE0335 – PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA.

6. DIFICULDADES ENCONTRADAS

Apesar de todos os projetos citados acima terem trazido uma ótima experiência na área de projetos e prática, dificuldades estiveram presentes em todos, como por exemplo, mudanças do conceito inicial do projeto, e não ter cursado as disciplinas envolvidas para elaboração de um projeto mais rápido e sem qualquer tipo de erro, com o qual pudesse fazer com que os projetos tivessem de ser refeitos e/ou modificados.

Com relação ao projeto do Praiamar, o projeto já me foi repassado em fase de conclusão, por isso tive de conhecer e elaborar plantas e planilhas de forma rápida, causando alguns erros pequenos que tiveram que ser refeitos ao longo da execução do mesmo.

Uma particularidade no projeto da Medição de Resistividade, foi que, como foi algo prático, o local da medição era descoberto, o que trouxe desconforto devido a exposição solar elevada, já que foi realizado entre 9:00 e 14:00 horas, trazendo grande fadiga e cansaço.

7. CONCLUSÃO

O estágio obrigatório supervisionado realizado na empresa E&Q Engenharia foi de suma importância, como experiência profissional que resultou no aprofundamento dos conhecimentos teóricos obtidos em sala de aula, como também novos conhecimentos ainda não adquiridos, na graduação em Engenharia Elétrica.

Como meu primeiro contato com o mercado de trabalho da minha área, esse trabalho foi um passo importante na minha carreira profissional, participando de reuniões nas obras relacionadas aos projetos realizados, podendo assim, interagir diretamente com os problemas enfrentados no cotidiano.

Com isso, observei que o estágio é de fundamental importância no processo de formação acadêmica e pessoal do estudante de Engenharia Elétrica, pois possibilita o aluno ao amadurecimento como profissional, líder e a tomar decisões importantes que são fundamentais a resolver os problemas no decorrer dos projetos e na vida do engenheiro eletricista.

ANEXOS

DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIA TENSÃO

02

P-2

SEM ESCALA

SUBESTAÇÃO ABRIGADA 337.5 KVA

