



## **RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

### **Execução das Instalações Elétricas do Supermercado MAXXI em Campina Grande**

**Aluno: Tarcísio Moreira de Souza**

**Empresa: RIMA Instalações**



**Orientador: Professor Leimar de Oliveira**

**Campina Grande – PB  
Março de 2010**

**TARCÍSIO MOREIRA DE SOUZA**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

*Relatório de Estágio Supervisionado apresentado ao  
Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal  
de Campina Grande em cumprimento parcial às exigências  
para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.*

---

**Orientador: Professor Leimar de Oliveira**

**Campina Grande – PB  
Março de 2010**

Ao Senhor por me  
acolher com amor.

Dedico este trabalho aos  
melhores pais deste mundo:  
Luiz e Svirina.

## **Agradecimentos**

Ao Professor Leimar pelo apoio e disposição sempre constante em me auxiliar na procura de uma vaga para estágio.

À minha amada noiva pela sua paciência quanto às minhas constantes ausências.

Ao amigo-irmão Aparecido por me ajudar na procura do estágio.

Aos meus amigos de difíceis, longas e alegres jornadas.

## **Resumo**

O presente relatório é uma descrição das atividades realizadas durante o estágio curricular, na modalidade supervisionado, na área de Engenharia Elétrica. O estágio foi realizado na construção do Supermercado MAXXI Atacado em Campina Grande – Paraíba.

Mais especificamente, as atividades do referido estágio foram concentradas na parte de instalações elétricas de baixa e média tensão onde foram aplicados os conceitos apreendidos ao longo do curso de Engenharia Elétrica, observando também às normas NBR 5410 da ABNT e NDU 002 (Norma de Distribuição Aplicada) da concessionária de energia ENERGISA.

Ao final do estágio pode-se concluir que tanto os conceitos apreendidos ao longo do curso de Engenharia Elétrica, como um bom conhecimento das normas relativas às instalações elétricas é de fundamental importância para eficaz desenvolvimento profissional.

## Sumário

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Apresentação do Estágio .....</b>	<b>1</b>
<b>3. A Empresa .....</b>	<b>2</b>
<b>3.1 Histórico .....</b>	<b>2</b>
<b>3.2 Política de Qualidade .....</b>	<b>2</b>
<b>3.3 Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<b>3.4 Missão e Valores .....</b>	<b>3</b>
<b>3.5 Segmento de Atuação .....</b>	<b>4</b>
<b>3.6 Certificações .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Fundamentação Teórica .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1 Elementos Constitutivos de um Projeto .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2 Dimensionamento dos Condutores .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2.1 Critério da Capacidade de Corrente .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2.2 Critério do Limite de Queda de Tensão .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2.3 Método da Seção Mínima .....</b>	<b>11</b>
<b>a. Seção Mínima do Condutor Fase .....</b>	<b>11</b>
<b>b. Seção do Condutor de Neutro .....</b>	<b>12</b>
<b>c. Seção do Condutor de Proteção (PE).....</b>	<b>13</b>
<b>d. Seção do Condutor de Aterramento .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3 Chave Seccionadora para Redes de Distribuição .....</b>	<b>14</b>
<b>4.4 Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA).....</b>	<b>15</b>
<b>4.5 Transformadores para Instrumentos (TI) .....</b>	<b>16</b>
<b>5. Atividades Desenvolvidas.....</b>	<b>25</b>
<b>5.2.1 Elaboração do Diário de Obra .....</b>	<b>25</b>
<b>5.2.2 Orçamento e Compra de Material.....</b>	<b>26</b>

<b>5.2.3</b>	<b>Recebimento de Material e Equipamento .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Recebimento do Transformador Seco de 750 kVA .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2.5</b>	<b>Instalação da Entrada de Energia.....</b>	<b>27</b>
<b>a.</b>	<b>Ramal de Entrada.....</b>	<b>28</b>
<b>b.</b>	<b>Cabine Primária Classe 15 kV .....</b>	<b>30</b>
<b>5.2.6</b>	<b>Instalação da Subestação .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2.7</b>	<b>Instalação do Grupo Gerador .....</b>	<b>37</b>
<b>5.2.8</b>	<b>Instalação da Malha de Aterramento .....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>41</b>
	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXO 1.....</b>	<b>44</b>
	<b>ANEXO 2.....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXO 3.....</b>	<b>47</b>
	<b>ANEXO 3.....</b>	<b>48</b>
	<b>ANEXO 4.....</b>	<b>50</b>
	<b>ANEXO 5.....</b>	<b>52</b>

## **1. Introdução**

No presente relatório encontra-se descritos algumas das atividades desenvolvidas durante o estágio curricular, em Engenharia Elétrica, realizado pelo aluno do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande: Tarcísio Moreira de Souza; no período compreendido entre o dia primeiro de setembro a vinte e seis de novembro do ano de 2009. As atividades aqui descritas foram desenvolvidas por intermédio da empresa de instalações elétricas, hidrossanitárias e de combate a incêndio RIMA Instalações, na construção de uma das unidades da rede de supermercados WAL MART, na modalidade de negócio atacado que atua com o conceito de “pague e leve” que é focada em comerciantes e consumidores de um modo geral.

## **2. Apresentação do Estágio**

O estágio foi realizado na cidade de Campina Grande, no canteiro de obras da construção do Supermercado MAXXI Atacado, pertencente ao Grupo Wal Mart, situada à Avenida Floriano Peixoto. O estágio teve duração de três meses (01/09 a 26/11 do ano de 2009) que fora o tempo acordado entre as empresas para a execução das instalações às quais a RIMA era a responsável.

Neste estágio as atividades realizadas foram: preenchimento do diário de obra, acompanhamento e fiscalização das instalações como um todo, sempre observando o que as normas NBR 5410 da ABNT e NDU 002 da ENERGISA recomendavam, e também a coordenação de uma equipe para o traslado dos equipamentos do local onde fora construído o almoxarifado para as dependências do supermercado, concomitantemente a obra tomava forma. A Figura 3.1 ilustra a fachada frontal do supermercado e o ANEXO 1 pode-se visualizar a planta baixa de toda a construção.





Figura 3.1 – Fachada do MAXXI Atacado, já em fase final de construção.

### **3. A Empresa**

#### **3.1 Histórico**

Situada à Rua Petronila Botelho, Nº 133, bairro do Arruda, em Recife – PE , a RIMA Instalações tem seu segmento de atuação focado em instalações, procurando sempre inovar para melhor atender os seus clientes, realizando obras com qualidade e em conformidade com as normas e especificações técnicas propostas para a execução dos serviços.

Fundada em quinze de dezembro de 1985, atua no segmento especificamente no segmento de construção civil, incorporando bens imóveis, projetos, consultoria, fiscalização e execução de instalações de baixa, média e alta tensão, instalações hidráulicas, telefônicas e de combate a incêndio, sistemas centralizada de gás GLP, instalações de corrente estabilizada e lógica.

A RIMA possui uma equipe técnica formada por engenheiros eletricitas, civis, técnicos de nível médio além de uma equipe administrativa e operacional atuante em áreas específicas.

#### **3.2 Política de Qualidade**

A RIMA Instalações busca permanentemente a satisfação de seus clientes, proporcionando serviços e soluções em Instalações Elétricas, Hidrossanitárias, Especiais e

de Construção Civil com qualidade, tendo como ferramental para o alcance destes quesitos:

- Qualificação e motivação dos seus colaboradores;
- Uma comunicação clara e eficaz;
- A melhoria contínua dos processos de instalação.

### **3.3 Objetivos**

A RIMA Instalações, como toda empresa preocupada com os seus clientes, tem como meta os seguintes objetivos:

- Fornecer produtos, serviços e soluções que atendam as necessidades e expectativas dos clientes;
- Criar parcerias com fornecedores em busca de melhores produtos de serviços;
- Qualificar, motivar, treinar, e promover a constante melhoria profissional dos colaboradores;
- Racionalizar desperdícios e melhorar a produtividade e segurança do trabalho;
- Melhorar a lucratividade da empresa;
- Gerenciar e manter as informações, trabalhos e documentos assegurando que todos os membros estejam familiarizados com a documentação da qualidade e os procedimentos estabelecidos.

### **3.4 Missão e Valores**

A empresa tem como missão fornecer serviços de Instalações Elétricas, Hidrossanitárias, Segurança, Especiais e Construção Civil com qualidade e preços competitivos satisfazendo as necessidades do cliente e dos próprios colaboradores.

Os valores da empresa estão pautados nos seguintes tópicos:

- Assegurar a satisfação da sua clientela;
- Comportar-se de forma segura no ambiente de trabalho;
- Primar pela qualidade nos serviços prestados;

- Treinar e atualizar o seu corpo de funcionários, reconhecendo-os como seu principal patrimônio;
- Respeitar as normas vigentes;
- Visar um padrão de excelência;
- Cumprir os prazos acordados;
- Ser sustentável e lucrativa.

### **3.5 Segmento de Atuação**

A RIMA Instalações procura sempre se destacar na sua área de atuação, onde executa os seguintes itens:

- Elaboração de projetos de instalações;
- Instalação de grupo gerador;
- Elaboração de projetos de instalações elétricas, hidráulicas e de combate a incêndio;
- Execução de instalações elétricas, hidrossanitárias, telefônicas e de combate a incêndio em empreendimentos residenciais;
- Instalação de centrais de cogeração de energia;
- Instalação de subestações de 69kV.

### **3.6 Certificações**

A RIMA Instalações tem planos de manter o aprimoramento e a qualificação dos serviços. Para isto ela está desenvolvendo um Sistema de Gestão da Qualidade baseado na NBR 9001/2000, para garantir o aumento da satisfação dos clientes e o comprometimento de todos os funcionários com os objetivos da empresa, obtendo, conseqüentemente, uma maior competitividade e destaque no mercado.

Através disso a empresa acredita que “O treinamento é o meio para se alcançar resultados”.

## 4. Fundamentação Teórica

Neste capítulo será abordada uma introdução teórica utilizada durante a realização do estágio.

Disciplinas como Administração (que cujo conhecimento fora aplicado no planejamento da execução da obra), Ciências do Ambiente (que introduziu conhecimentos como uso racional dos recursos existentes na natureza e o conceito de sustentabilidade), Sociologia (que auxiliou no entendimento das relações interpessoais), foram utilizadas de uma forma mais natural, sem se preocupar com definições específicas, apenas aplicando quando necessário.

Contudo, será dada ênfase aos conhecimentos técnicos específicos adquiridos ao longo do curso, sobretudo aos relacionados às instalações elétricas e equipamentos elétricos.

Para se fazer um projeto elétrico, o seu autor deve primeiramente lançar mão das normas, prescrições e regulamentos pertinentes ao fornecimento de energia elétrica por parte da concessionária na região aonde a edificação venha a ser construída.

Inicialmente o projetista de instalações deverá ter em mãos os seguintes documentos:

- Projeto de arquitetura, com as plantas do pavimentos, cortes e planta de situação;
- Plantas de fôrmas da estrutura adotada pelo calculista: concreto armado, alumínio, ferro, madeira;
- No caso de ar condicionado central, desenho do sistema de dutos, com indicação dos pontos de alimentação de energia elétrica;
- Descrição dos motores e da casa de máquinas dos elevadores (se o empreendimento possuir). O fabricante contratado fornece uma planilha com essas informações, incluindo o dimensionamento dos cabos elétricos e suas proteções.

Com o desenvolvimento do projeto e conforme a complexidade, haverá a necessidade de se ter dados referentes ao centro de processamento de dados, cozinhas, paisagismo, etc.

## 4.1 Elementos Constitutivos de um Projeto

Um projeto de instalações elétricas compreende na seguinte documentação:

- **Memorial Descritivo**

É a descrição sucinta das instalações a serem executadas e justificativas, quando necessário, das opções adotadas.

As especificações compreendem:

- Descrição de materiais a serem empregados;
- Normas e métodos de execução dos serviços;
- Indicação dos serviços a executar.

- **Plantas ou Projeto Propriamente Dito**

Dependendo do projeto arquitetônico, as plantas ou desenhos de instalação poderão constar de:

- Térreo;
- Pavimento de uso comum;
- Estacionamento;
- Cobertura do telhado;
- Esquema vertical;
- Subestação;
- Local onde serão instalados os medidores de energia;
- Quadro de carga e diagramas unifilares;
- Projeto de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA);
- Projeto da sala de geradores (quando existir); dentre outros.

- **Memorial de Cálculo para o Local de Medição**

A concessionária do fornecimento de energia poderá exigir a apresentação dos cálculos das cargas, e demandas, das seções de condutores, das capacidades dos fusíveis, disjuntores e equipamentos do local de medição, conforme estabelecem suas normas e regulamentos para a ligação do ramal.

- **Orçamento**

- Relação dos materiais, com seus quantitativos;
- Custo do material;
- Custo da *mão-de-obra*. Pode ser determinado pela consideração:
  - da composição de preços de serviços parciais, utilizando coeficientes de *boletins de custos* e aplicando os valores dos salários das diversas categorias profissionais envolvidas do serviço;
  - dos efetivos de profissionais eletricitas necessários para a realização das várias etapas dos serviços, acompanhando o ritmo previsto para a execução da construção.
- Custo das despesas correspondentes a leis sociais e encargos trabalhistas;
- Margem de “eventuais” para materiais e mão de obra;
- Impostos e taxas estaduais e municipais;
- Despesas financeiras;
- Passagens para condução de operários e transporte de material para a obra;
- Despesas com o próprio projeto. Ao final da obra, é necessário atualizá-lo, dando origem ao projeto como construído (*as built*), em face de modificações usualmente introduzidas no processo de execução;
- Despesas indiretas, como despachante, plotagens, fotocópias etc;
- Lucro ou taxas de honorários profissionais. É uma porcentagem sobre o custo orçado, variável segundo o volume de serviços, o valor do contrato, a pressão de competição e o interesse em realizar a obra.

- **Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)**

A ART é um recurso dotado de formalidade através do qual o engenheiro registra seus contratos profissionais junto ao Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia (CREA) da jurisdição onde estão sendo executados os serviços, mediante o pagamento de uma taxa. Em outras palavras a ART é um resumo de um contrato firmado entre o profissional e o cliente para a execução de uma obra ou prestação de serviço, que fica registrada no CREA.

- **Carta de Solicitação de Aprovação à Concessionária**

É uma carta emitida pela empresa que pretende executar as instalações, solicitando junto à concessionária de energia local a ligação do ramal de entrada de energia elétrica à rede de distribuição local. Nesta carta deve conter o cálculo da demanda do empreendimento, bem como o projeto do padrão de fornecimento de energia, da entrada de serviço e da rede de alimentadores até a chegada dos quadros terminais.

Se o projeto estiver adequado ao padrão das normas técnicas da concessionária, a mesma aprovará o projeto e o pedido de ligação à rede de distribuição será efetivado. Caso não o projeto será devolvido sem aprovação para possíveis adequações ou modificações para atender à padronização e normas técnicas da concessionária. No Anexo 2 encontra-se o modelo para o pedido de aprovação de projeto fornecido pela ENERGISA.

## **4.2 Dimensionamento dos Condutores**

Dimensionar um circuito é determinar a seção mínima dos condutores, de forma a garantir que os mesmos suportem satisfatoriamente as condições de:

- Limite de temperatura, determinado pela Capacidade de Condução de Corrente;
- Limite de Queda de Tensão;
- Capacidade dos Dispositivos de Proteção contra Sobrecargas;
- Capacidade de Condução de Corrente de Curto-Circuito por tempo limitado.

Primeiramente determinam-se as seções dos condutores conforme a Capacidade de Corrente e o Limite de Queda de Tensão. Depois, quando os dispositivos de proteção estiverem dimensionados, verifica-se a capacidade dos condutores com relação às sobrecargas e curto-circuitos.

Ao fim do cálculo das seções dos condutores pelo critério da Capacidade de Corrente e do Limite de Queda de Tensão, adota-se como resultado a maior seção, e escolhe-se o condutor padronizado comercialmente, cuja seção nominal seja igual ou superior à seção calculada.

Antes de discorrer a respeito dos métodos de dimensionamento dos condutores, tais como as definições de condutor elétrico, fio e cabo.

Condutor elétrico um corpo constituído de um material bom condutor de corrente elétrica. Em geral é constituído de cobre eletrolítico e em às vezes de alumínio.

Fio é um condutor sólido, maciço, de seção circular, possuindo ou não isolação. A Figura 4.1 ilustra esse tipo de condutor.

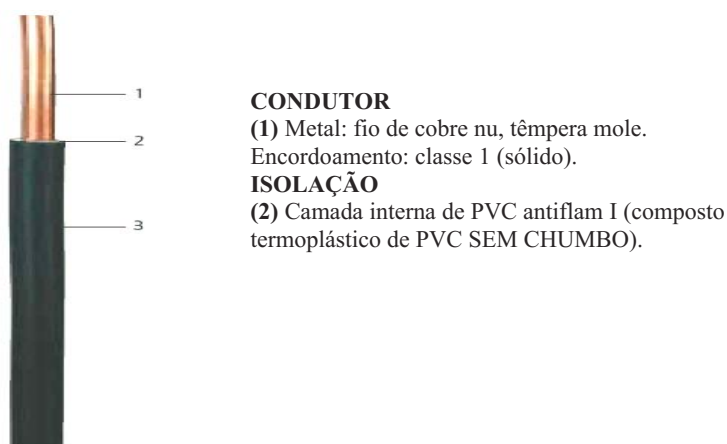


Figura 4.1 – Fio Superastic Dupla Camada 750 V, da Prysmian (www.ney)

Cabo é um conjunto de fios encordoados, não isolados entre si. Pode se isolado ou não, conforme o uso a que se destina. Apresenta a característica vantajosa de ser mais flexível do que um fio de mesma capacidade de carga. A Figura 4.2 ilustra um cabo típico.





**CONDUTOR:**

(1) Metal: fio de cobre nu, têmpera mole.  
 Forma: redonda normal, compacta ou setorial.  
 Encordoamento: classe 2.

**ISOLAÇÃO:**

(2) Composto termoplástico de PVC SEM CHUMBO antichama.

**ENCHIMENTO:**

(3) Composto termoplástico de PVC SEM CHUMBO.

**COBERTURA:**

(4) Composto termoplástico de PVC SEM CHUMBO antichama.

Figura 4.2 – Cabo Unipolar e Tripolar Sintenax 0,6/1kV, da Prysmian (www.nei.com.br)

**4.2.1 Critério da Capacidade de Corrente**

O critério da capacidade de corrente tem como finalidade garantir condi es satisfatórias de opera o aos condutores e às suas isola es, submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circula o de corrente elétrica.

**4.2.2 Critério do Limite de Queda de Tensão**

A queda de tensão provocada pela passagem de corrente elétrica nos condutores dos circuitos de uma instala o deve estar dentro de certos limites máximos, para não prejudicar o funcionamento dos equipamentos de utiliza o ligados aos circuitos terminais.

Os efeitos de uma queda de tensão acentuada nos circuitos alimentadores e terminais de uma instala o levarão os equipamentos a receber em seus terminais, uma tensão inferior aos valores nominais. Isto   prejudicial aos equipamentos, que além de não funcionarem satisfatoriamente (redu o de ilumina o em circuitos de ilumina o, redu o de torque ou impossibilidade de partida de motores etc.) poderão ter sua vida útil reduzida.

### 4.2.3 Método da Seção Mínima

Este método é largamente utilizado devido à sua praticidade e por estar a ser garantido pela NBR-5410/97. Esta norma define os valores mínimos das seções para condutores fase, neutro e condutor de proteção (PE).

#### a. Seção Mínima do Condutor Fase

A Tabela 4.1 (Tabela 43 da NBR-5410/97) abaixo define as seções mínimas dos condutores fase, em circuito C.A., e dos condutores vivos em C.C.

Tabela 4.1 – Seção mínima dos condutores (Lima Filho, D. L., Projetos de Instalações Prediais).

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm <sup>2</sup> - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força <sup>2)</sup>	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu <sup>3)</sup>
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu <sup>4)</sup>
		Circuitos a extra-baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

Notas: 1) Seções mínimas ditadas por razões mecânicas

2) Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força

3) Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>

4) Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1mm<sup>2</sup>.

b. Seção do Condutor de Neutro

O condutor neutro, se existir deve possuir a mesma seção dos condutores fase para os seguintes casos:

- em circuitos monofásicos a 2 ou 3 condutores e bifásicos a 3 condutores, qualquer que seja a seção;
- em circuitos trifásicos, quando a seção dos condutores fase for menor ou igual a 25 mm<sup>2</sup>, em cobre e alumínio;
- em circuitos trifásicos, quando for prevista a presença de harmônicos, qual que seja a seção.

A Tabela 4.2 (Tabela 44 da NBR -5410/97), define as seções mínimas do condutor neutro, em função do(os) condutor(es) fase. Os valores da Tabela 4.2 só são válidos quando os condutores fase e neutro forem constituídos do mesmo metal.

Em nenhuma circunstância, o condutor neutro pode ser comum a vários circuitos.

Tabela 4.2 – Seção do condutor neutro (Fonte: Tabela 44 da NBR-5410/97).

<b>Seção dos condutores fase (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Seção mínima do condutor neutro (mm<sup>2</sup>)</b>
1,5 a 25	a mesma seção do condutor fase
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

c. Seção do Condutor de Proteção (PE)

Em um circuito terminal, o condutor PE liga as massas dos equipamentos de utilização e, se for o caso, terminal terra das tomadas de corrente ao terminal de aterramento do quadro de distribuição respectivo.

Em circuito de distribuição, o condutor de proteção interliga o terminal de aterramento do quadro de onde parte o circuito de distribuição, ao quadro de alimentado pelo circuito.

A Tabela 4.3 (Tabela 53 da NBR-5410/97) apresenta a seção do condutor de proteção em função da seção dos condutores fase. Neste caso, os condutores fase e proteção têm que se do mesmo material condutor.

Tabela 4.3 – Seção mínima do condutor de proteção (Fonte: Tabela 53 da NBR-5410/97).

Seção dos condutores de fase S mm <sup>2</sup>	Seção mínima do condutor de proteção correspondente mm <sup>2</sup>
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Fonte: Tabela 53 da NBR-5410/97

d. Seção do Condutor de Aterramento

O terminal de aterramento principal, em toda instalação, deve ser previsto com os seguintes condutores ligados a ele:

- condutores de aterramento;
- condutores de proteção;
- condutores de ligação equipotencial principal;
- condutor de aterramento funcional, se necessário.

A localização do quadro terminal, bem como o valor limite da Resistência de Malha de Aterramento, está definida pelas Normas das Concessionárias fornecedoras de energia elétrica, de acordo com o tipo e padrão de energia fornecimento.

O material e as dimensões mínimas dos eletrodos de aterramento devem estar de acordo com a Tabela 4.4 (Tabela 47 da NBR-5410/97).

Tabela 4.4 – Eletrodos de aterramento (Fonte: Tabela 47 da NBR-5410/97)

Tipo de Eletroduto	Dimensões Mínimas	Observações
Chapa de cobre	0,20m <sup>2</sup> de área e 2mm de espessura	Profundidade mínima do centro da chapa de 1m. Posição vertical.
Chapa de aço zincado	0,20m <sup>2</sup> de área e 3mm de espessura	Profundidade mínima do centro da chapa de 1m. Posição vertical.
Tubo de aço zincado	2,40m de comprimento e diâmetro nominal de 25mm	Enterramento total vertical.
Perfil de aço zincado	Cantoneira de 20x20x3mm com 2,40 metros de comprimento	Enterramento total vertical.
Haste de aço zincado	Diâmetro de 15mm com 2,00 ou 2,40m de comprimento	Enterramento total vertical.
Haste de aço revestida de cobre	Diâmetro de 15mm com 2,00 ou 2,40m de comprimento	Enterramento total vertical.
Haste de cobre	Diâmetro de 15mm com 2,00 ou 2,40m de comprimento.	Enterramento total vertical.
Fita de cobre	25mm <sup>2</sup> de seção, 2mm de espessura e 10m de comprimento.	Profundidade mínima de 0,60m. Largura na posição vertical.
Fita de aço galvanizado	100m <sup>2</sup> de seção, 3mm de espessura e 10m de comprimento.	Profundidade mínima de 0,60m. Largura na posição vertical.
Cabo de cobre	Seção de 95mm <sup>2</sup> e 10m de comprimento.	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal.
Cabo de aço zincado	Seção de 95mm <sup>2</sup> e 10m de comprimento.	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal.

### 4.3 Chave Seccionadora para Redes de Distribuição

Esse tipo de seccionadora pode ser do tipo monopolar ou tripolar e se destinam ao uso em redes de distribuição sendo o tipo monopolar mais comumente usado em redes de distribuição.

As seccionadoras do tipo tripolar são utilizadas com menor frequência em redes de distribuição e são de uso intenso em subestações de potência, sejam elas de instalações industriais ou de concessionária de energia elétrica.

A Figura 4.3 mostra um conjunto de chaves seccionadoras do tipo monopolar, classe 15kV, uso externo, de muita utilização em rede de distribuição urbana e rural.



Figura 4.3 – Chaves monopolar da classe 15kV

#### 4.4 Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

O SPDA é um sistema completo destinado a proteger uma construção ou estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. Tradicionalmente tem sido designado por pára-raios.

Consta de:

- Um sistema externo, ou pára-raios comum com captores, condutores de descida e aterramento;
- E em menor ocorrência, um sistema interno, formado por um conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga atmosférica dentro do volume a proteger.

Discorrendo mais sobre os condutores de descida, eles deverão terminar em um anel de aterramento feito com cabo de cobre nu de 50 mm<sup>2</sup> que deverá circundar toda a edificação.

Poderão ser utilizadas hastes de aterramento distribuídas ao longo do anel de aterramento para melhorar o desempenho do aterramento, sendo colocada, no mínimo, uma haste em cada cabo de descida.

Os níveis de proteção de um SPDA foram estabelecidos em quatro níveis de proteção em função dos quais chegam as decisões que devem ser tomadas no projeto de um SPDA.

- Nível I – refere-se às construções cuja falha no sistema de proteção pode vir a provocar danos às estruturas adjacentes, tais como as indústrias petroquímicas, de explosivos etc;
- Nível II – refere-se às construções protegidas cuja falha no SPDA pode ocasionar a perda de bens de elevado valor ou provocar pânico nos ocupantes, sem afetar as construções vizinhas. É o caso de museus, teatros, estádios;
- Nível III – refere-se às construções de uso comum, como prédios residenciais e comerciais;
- Nível IV – refere-se às construções onde não é habitual a presença de pessoal. A construção é de material não inflamável, bem como os produtos nela armazenados. Como exemplo citam-se galpões de concreto para armazenar materiais de construção.

#### **4.5 Transformadores para Instrumentos (TI)**

A finalidade dos transformadores de instrumentos é alimentar os equipamentos elétricos de medição, relés e de proteção através da redução da magnitude da tensão ou corrente a uma proporção definida mantendo também a posição vetorial do sistema.

- **Transformadores de Corrente (TC)**

Conforme a norma ABNT NBR 6546, o transformador de corrente é o “transformador para instrumentos cujo enrolamento primário é ligado em série em um circuito elétrico e reproduz, no seu circuito secundário, uma corrente proporcional à do seu circuito primário, com sua posição fasorial substancialmente mantida”.

Desta forma um transformador de corrente tem por finalidade:

- fornecer ao seu secundário uma corrente de valor proporcional à do seu primário, com valores suportáveis pelos sistemas de controle, proteção e medição;

- promover o isolamento dos equipamentos de controle, proteção e medição do circuito de Alta Tensão (AT);

A magnitude da corrente que circula pelo secundário do TC é de 5A (valor normalizado) e em casos menos comuns este valor pode ser 1A. Na Figura 4.4 pode-se observar um TC de média tensão.



Figura 4.4 – TC de média tensão (aparrozenergia.com.br).

Um TC é caracterizado pelos valores nominais pelos seguintes valores nominais:

- Corrente nominal e relação nominal;
- Nível de isolamento;
- Frequência nominal: 60Hz;
- Carga nominal:

As considerações sobre a classe de exatidão dos TC dependem do valor da carga nominal dos TCs. Conforme a ABNT, as cargas nominais são designadas pela letra “C”, seguido pelo número de volts-ampères em 60Hz, com corrente nominal de 5ª e fator de potência normalizado. Por exemplo: C2,5 , C5,0 , C200 e etc.

- Classe de exatidão:

Conforme as aplicações podem ser do tipo:



- TCs para serviço de medição: estes transformadores devem retratar fielmente a corrente a ser medida. É imprescindível que apresentem erros de fase e de relação mínimos dentro de suas respectivas classes de exatidão. Conforme as normas da ABNT a exatidão das correntes medidas deve estar na faixa entre 10 e 100% das correntes nominais, ou seja,  $0,1 \cdot I_{\text{nominal}} \leq I_{\text{carga}} \leq I_{\text{nominal do TC}}$ .

Os TCs devem manter sua precisão para correntes de carga normal. Um fator importante a ser observado é que os núcleos magnéticos dos TCs de medição são de seção menor em relação aos TCs de proteção para propositadamente saturarem durante o curto circuito quando a corrente atinge valores altos. A importância desta saturação é a limitação do valor de sobretensão aplicada aos equipamentos de medição.

Os TCs para serviço de medição devem ser enquadrados em uma das seguintes classes de exatidão: 0,3 – 06 – 1,2.

A indicação desta classe é feita da seguinte forma: 0,3-C12,5 (segundo a ABNT) ou 0,3 B-0,5 (segundo ANSI). Caso o TC tenha diferentes cargas, estas classes deverão ser indicadas conforme mostrado a seguir:

Enrolamento x: 0,6-C2,5 : 1,2-C12,5.

As aplicações típicas para os TCs são exibidas na Tabela 4.5:

Tabela 4.5 (Niskier, J. Instalações Elétricas. 5ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008).

Classe	Aplicação
0,3	Medidas em laboratório, de potência de energia para faturamento.
0,6	Medida de potência para fins de faturamento.
1,2	Alimentação de instrumentos indicadores e registradores (amperímetros, voltímetros, wattímetros).
3,0	Instrumentos indicadores.

- TCs para serviço de proteção: os TCs para serviço de proteção devem retratar fielmente as correntes de curto-circuito e é importante que os

mesmos não sofram os efeitos da saturação. Segundo a ABNT, os TCs para serviço de proteção, quanto à impedância, se subdividem em duas classes:

- Classe A: são transformadores que tem a bobina primária enrolada sobre seu núcleo magnético conforme a Figura 4.5. A reatância de dispersão do enrolamento secundário é considerável em relação à impedância total do circuito.

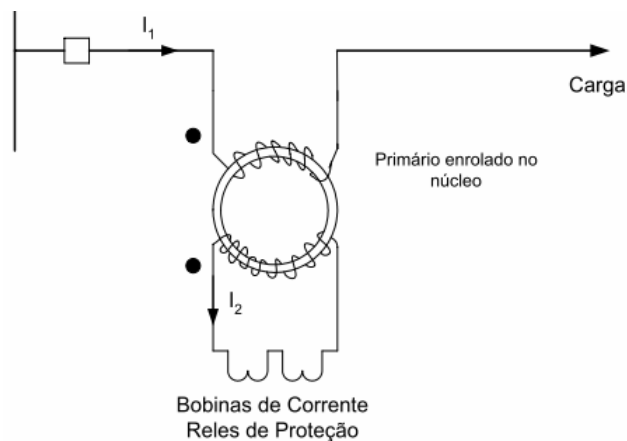


Figura 4.5 – TC de alta reatância de dispersão  
(MAEZONO, P. K., Proteção de Sistemas Elétricos)

- Classe B: a reatância de dispersão do enrolamento secundário possui valor desprezível em relação à impedância total do circuito secundário, quando este alimenta sua carga nominal. Esse TC é conhecido também conhecido como TC tipo bucha. A bitola do cabo primário é grande para suportar alta corrente primária e construtivamente, é impraticável se fazer esperas no núcleo magnético do TC. Desta forma o primário é praticamente uma barra que transpassa o núcleo do TC, conforme mostrado na Figura 4.6.

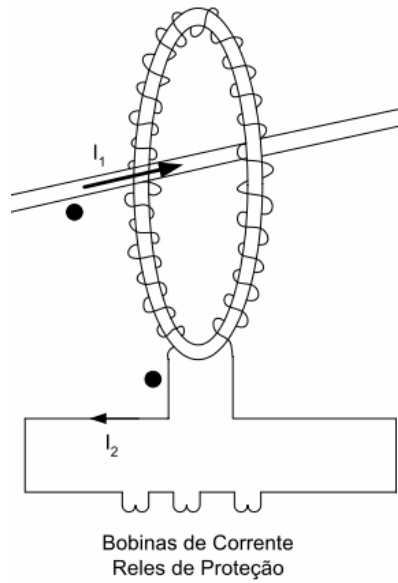


Figura 4.6 – TC de baixa reatância de dispersão  
(MAEZONO, P. K., Proteção de Sistemas Elétricos)

A classe de exatidão de um TC segundo a ABNT apresenta as seguintes combinações:

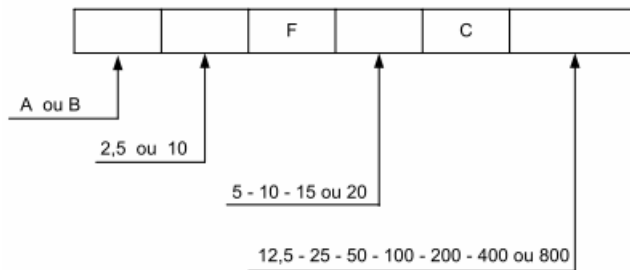


Figura 4.7 – Classe de exatidão segundo a ABNT  
(MAEZONO, P. K., Proteção de Sistemas Elétricos)

Desta forma, um TC A10F20C100 significa:

- A – TC de alta impedância;
- 10 – erro admissível na sua classe de precisão;
- F – fator de sobre corrente;
- 20 – 20 vezes a corrente nominal;
- C – carga do secundário do TC em VA para corrente nominal de 5A do TC;

100 –100VA, carga do TC para uma corrente nominal secundária do TC de 5A;

– Fator de sobrecorrente nominal (apenas para TC de proteção):

É o fator empregado em TCs para serviço de proteção. É expresso pela relação entre a máxima corrente pela qual o transformador mantém a sua classe de precisão e sua corrente nominal;

– Fator térmico nominal:

É o fator pelo qual a corrente nominal primária deve ser multiplicada para se obter a corrente primária máxima que o transformador deve suportar, em regime permanente, operando em condições normais, sem exceder os limites de temperatura especificados para a sua classe de isolamento.

– Corrente térmica nominal:

O valor da corrente térmica nominal expressa que o TC deve suportar termicamente uma determinada sobrecorrente durante um segundo, sem se danificar.

– Corrente dinâmica nominal:

É definida como o maior valor eficaz da corrente primária que o transformador deve suportar durante determinado tempo (normalmente 0,1 segundo), com o enrolamento secundário em curto-circuito ou com determinada carga normalizada, sem exceder os limites de elevação de temperatura especificados para a sua classe de temperatura.

- **Transformadores de Potencial**

Conforme reza a ABNT NBR 6546, transformador de potencial (TP) é o “transformador para instrumentos cujo enrolamento primário é ligado em derivação em um circuito elétrico e reproduz, no seu circuito secundário, uma tensão proporcional à do seu circuito primário, com sua posição fasorial substancialmente mantida”.

Simploriamente, o TP possui em seu enrolamento primário múltiplas espiras e um enrolamento secundário através do qual se obtém a tensão desejada, normalmente padronizada em 115V (tensão entre fases) ou  $115/\sqrt{3}$ . A possibilidade de se ter tensões neste nível, viabiliza a fabricação de instrumentos de medição e proteção em tamanhos menores com bobinas e demais componentes de baixa isolação. Através da Figura 4.8 pode-se observar um TP.



Figura 4.8 – Transformador de Potencial  
(retirado de [www.crenergia.com.br](http://www.crenergia.com.br))

A aplicação dos transformadores de potencial esta em suprir aparelhos que apresentam alta impedância quais sejam: voltímetros, relés de tensão, bobinas de tensão de medidores de energia, entre outros. Podem ser empregados tanto em sistemas de proteção como de medição de energia elétrica.

Um TP é caracterizado pelos seguintes valores nominais:

- Tensão primária nominal ou relação nominal:

A carga nominal de um TP é definida como sendo a máxima potência aparente em VA, indicada na sua placa, que se pode conectar no seu secundário, para que o mesmo não ultrapasse o erro de relação de sua classe de exatidão.

Conforme a ABNT, as cargas nominais são designadas por um símbolo, formado pela letra “p”, seguida do número de volt-ampères correspondentes à tensão de 120V ou 69,3V. Por exemplo: P12,5 , P25 , P400 e etc.

Há uma equivalência para cargas nominais entre a ABNT e ANSI, conforme a Tabela 4.6:

Tabela 4.6 (MAEZONO, P. K., Proteção de Sistemas Elétricos).

<b>ABNT</b>	<b>ANSI</b>	<b>Carga Nominal em VA</b>
P12,5	W	12,5
P25	X	25
P50	-	50
-	Y	75
P100	-	100
P200	Z	200
P400	ZZ	400
-	ZZZ	800

- Nível de isolamento;
- Frequência nominal: 60Hz;;
- Carga nominal:

A soma das potências aparentes em VA solicitadas pelos diversos dispositivos conectados em paralelo no secundário do TP não deve exceder a carga nominal da placa do TP, sob pena de exceder o erro admissível de sua classe de exatidão.

- Classe de exatidão:

A classe de exatidão é o valor nominal do erro esperado do transformador de potencial. Este erro leva em conta a diferença do defasamento angular entre as tensões primária e secundária. Este erro é medido através do fator de correção de transformação

(FCT), que nada mais é do que o valor a ser multiplicado pelo valor da leitura de determinados aparelhos de medida.

Os TPs são enquadrados em uma das seguintes classes de exatidão: 0,3 – 0,6 – 1,2. Existindo ainda TPs construídos na classe de exatidão 0,1.

As aplicações típicas para os TCs são exibidas na Tabela 4.7:

Tabela 4.7 (MAEZONO, P. K., Proteção de Sistemas Elétricos).

<b>Classe</b>	<b>Aplicação</b>
0,1	Medidas em laboratório, necessária elevada precisão
0,3	Medida de potência para fins de faturamento.
0,6	Alimentar aparelhos de proteção e medição de energia elétrica sem finalidade de faturamento
1,2	Instrumentos indicadores de tensão.

Os TPs com um único enrolamento secundário devem estar dentro de sua classe de exatidão quando submetidos às tensões compreendidas entre 90% e 110% da tensão nominal.

– Potência térmica nominal:

É a potência que o TP pode suprir continuamente, sem que sejam excedidos os limites de temperatura nominais. Para transformadores de potencial pertencentes aos grupos de ligação 1 e 2, a potência térmica nominal não deve ser superior a 1,33 vez a carga nominal mais elevada, relativamente à classe de exatidão.

Os transformadores de potencial podem ser do tipo indutivo (TPI) ou capacitivo (TPC). Os TPI's são construídos para a utilização em tensões de até 138kV, por apresentarem custo de produção menor que os TPC's. Os transformadores de potencial indutivo são dotados de um enrolamento primário envolvendo um núcleo de ferro-silício que é comum ao enrolamento secundário. Os transformadores de potencial indutivo são construídos segundo três grandes grupos de ligação previstos pela NBR 6855:

- Grupo 1 – são projetados para a ligação entre fases. São utilizados em sistemas de até 34,5kV. Os transformadores enquadrados nesse grupo devem suportar continuamente 10% de sobrecarga;
- Grupo 2 – são projetados para ligação entre fase e neutro de sistemas diretamente aterrados;
- Grupo 3 – são projetados para ligação entre fase e neutro de sistemas onde não se garante a eficácia do aterramento.

Os transformadores de potencial capacitivos são construídos geralmente com a utilização de dois conjuntos de capacitores que servem para fornecer um divisor de tensão e permitir a comunicação através do sistema *carrier* (meio de comunicação mais utilizado para esquemas de teleproteção, que faz uso dos próprios cabos de energia da linha de transmissão como meio físico de propagação do sinal). São construídos normalmente para tensões iguais ou superiores a 138kV.

## **5. Atividades Desenvolvidas**

### **5.2.1 Elaboração do Diário de Obra**

O diário de obra é um relatório das atividades realizadas referentes ao dia em que ele é elaborado. Todos os dias um relatório como este deve ser preenchido para que se tenha uma documentação das atividades realizadas diariamente, como também para que se tenha um controle do quanto da instalação já fora executada para que se possa planejar o tempo para o cumprimento dos prazos da execução da obra.

No diário de obra deve constar a numeração da folha, a condição do tempo (se está bom, estável ou chuvoso), o dia da semana com a respectiva data, o nome da obra, as atividades que estavam sendo realizadas naquele dia com as respectivas observações e a discriminação do pessoal envolvido com o respectivo quantitativo.

No final do dia, as anotações feitas ao longo do mesmo eram compiladas impressas e repassadas para o engenheiro responsável pela execução da instalação elétrica, para a sua averiguação do conteúdo, assinatura e posteriormente ser entregue à empresa responsável pela fiscalização de todas as outras que estavam envolvidas com a obra. No Anexo 3 encontra-se o modelo do diário de obra.



### **5.2.2 Orçamento e Compra de Material**

Todo o material utilizado para a montagem da instalação elétrica tinha como local de armazenamento o almoxarifado. Esse almoxarifado ficava localizado em um galpão (alugado) em frente ao canteiro da obra. Por motivos de segurança nem todo o material necessário para fazer toda a instalação ficava nesse almoxarifado. Periodicamente se fazia um levantamento do que iria precisar nas instalações à medida que os materiais eram utilizados, para posteriormente fazer um pedido à matriz.

Os procedimentos a serem feitos eram:

- analisar o projeto relativo a área a ser instalada fazendo medições em escala, com o uso de um escalímetro;
- especificar os materiais fazendo uso de catálogos disponíveis na internet;
- anotar numa lista esses materiais discriminando o tipo, a quantidade e as dimensões para posteriormente entrar em contato com a matriz solicitando o envio desse material.

Quando a instalação precisava do material com certa urgência e não havia estoque no almoxarifado, o procedimento era entrar em contato com as lojas de material elétrico do comércio de Campina Grande para averiguar a disponibilidade e preço do material.

### **5.2.3 Recebimento de Material e Equipamento**

O procedimento para o recebimento dos equipamentos e materiais, que eram solicitados à matriz, constava de averiguar na nota fiscal a origem, a data de envio do material e o carimbo da Secretaria da Fazenda, e organizar uma equipe de funcionários para o descarregamento do material quando necessário. Comparar as quantidades e dimensões dos materiais relacionadas na nota com o que realmente fora entregue.

### **5.2.4 Recebimento do Transformador Seco de 750 kVA**

A inspeção visual do transformador quando do seu recebimento no canteiro de obras é suma importância, visto que o mesmo pode ter sofrido avarias em parte de sua estrutura ou componentes ou até mesmo possuir uma especificação divergente à que se encontra no projeto.

Em obediência a NBR 7036/81, no recebimento do transformador foram verificados os seguintes itens quanto ao recebimento do mesmo:

- Confrontação dos dados da placa com o pedido de compra;
- Verificação de fissuras ou lascas nos enrolamentos do transformador, visto que o mesmo é do tipo seco, ou danos externos nos seus acessórios;
- Verificação de indícios de corrosão;
- Exame da correta marcação dos terminais;
- verificação do estado da embalagem.

A Figura 5.1 mostra o transformador seco após o seu descarregamento:



Figura 5.1 – Transformador Seco de 750 kVA

### **5.2.5 Instalação da Entrada de Energia**

Para a execução de um projeto de instalações elétricas é necessário que previamente este projeto seja submetido a uma avaliação técnica pela concessionária de

energia local, que verificará se o projeto obedece às condições mínimas exigidas por suas normas.

Para o caso do Estado da Paraíba a concessionária a ser contactada é a ENERGISA (empresa do Grupo Cataguazes-Leopoldina) e as normas a serem seguidas são as Normas de Distribuição Unificada (NDU's), que estão em consonância com as normas da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) e as Resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Para a elaboração do projeto, a empresa responsável consultou e aplicou a NDU 002, como também a norma Norma Brasileira 5410 (NBR 5410) e outras relacionadas à proteção elétrica (NBR 5361), aos transformadores para instrumentos (NBR 6546), iluminância de interiores (NBR 5413) dentre outras.

Quando se deseja solicitar uma entrada de energia à concessionária, deve-se fazer o projeto elétrico do ramal de entrada de energia para apreciação da concessionária e posterior aprovação ou não. O pedido de ligação deve ser feito através das Agências de Atendimento da Concessionária. O projeto da entrada de energia está ilustrado no Anexo 4

#### **a. Ramal de Entrada**

O ramal de entrada de energia da edificação fica ao lado do estacionamento do supermercado. Por questões de estética e segurança o ramal de entrada foi projetado para ser subterrâneo. O padrão da ENERGISA para este tipo de entrada é mostrado na figura 4.1, instalação respectiva e mostrada na Figura 5.2.

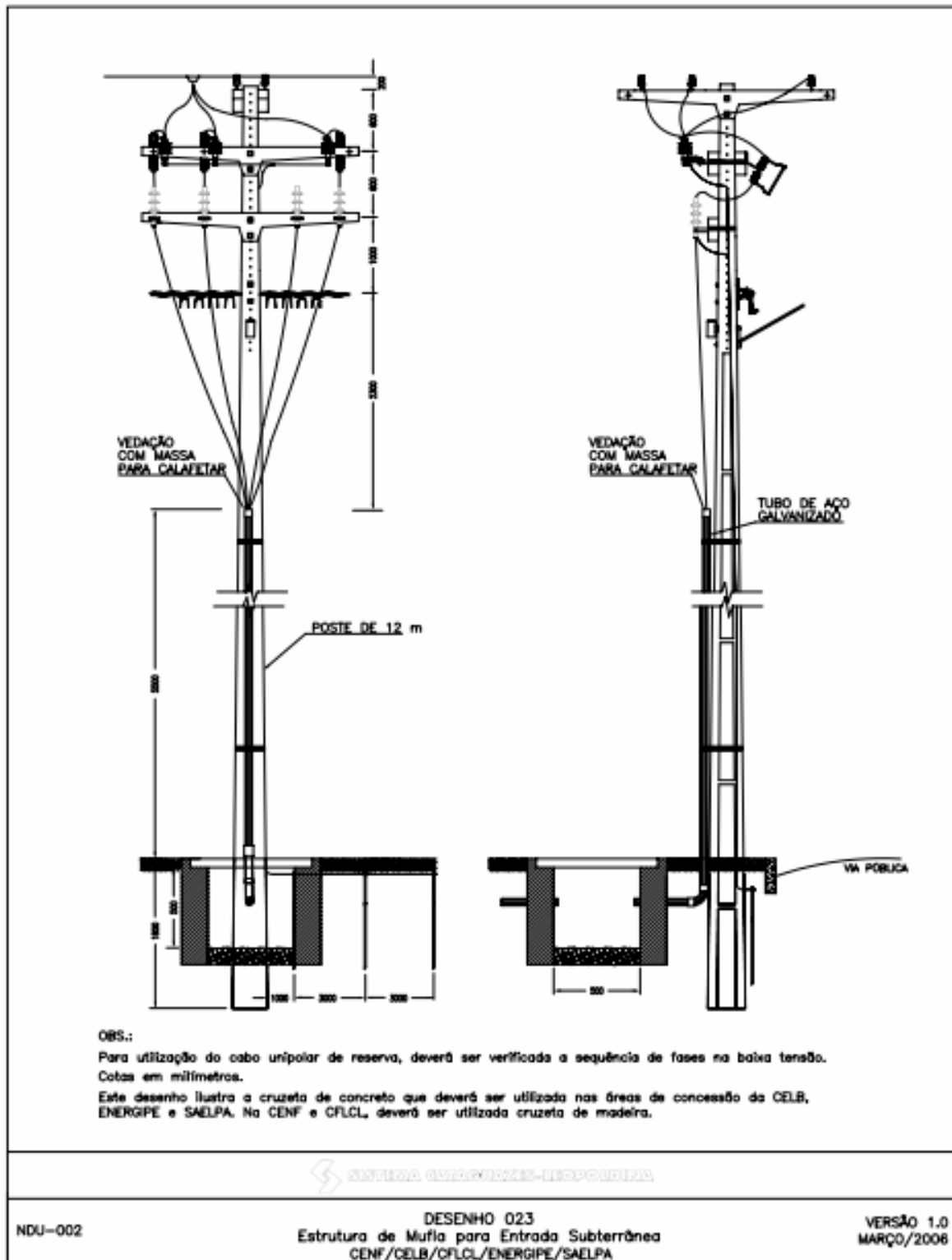


Figura 5.2 – Estrutura de mufla para entrada subterrânea (NDU 002 - ENERGISA).

Pelo fato da carga total instalada do empreendimento ter ultrapassado os 300 kVA, o dispositivo de entrada de energia é do tipo chave seccionadora com corrente nominal de 400 A.



Figura 5.3 – Poste do ponto de derivação da rede primária.

É importante notar um quarto terminal instalado no ramal. Isso deve ao cumprimento de uma das exigências da concessionária quanto a este tipo de ramal.

#### **b. Cabine Primária Classe 15 kV**

A cabine primária possui função de medição de energia para a concessionária, distribuição e proteção do transformador (750 kVA 13,8 – 0,38 kV), a função de transformação é deixada para a subestação. A Figura 5.4 mostra uma foto da cabine primária.



Figura 5.4 – Cabine Primária (esquerda) e o abrigo onde está alojada (direita).

A cabine primária é constituída de cubículos blindados abrigados por alvenaria. As características dos cubículos na cabine primária são as seguintes:

- Cubículo de Entrada: o cubículo de entrada tem a função de receber os cabos provenientes da concessionária e proteger o sistema elétrico por meio de pára-raios de óxidos metálicos.
- Cubículo de Medição da Concessionária: neste cubículo são instalados os equipamentos necessários para a medição da concessionária, quais sejam (ambos os equipamentos são fornecidos pela concessionária):
  - Transformador de corrente (TC);
  - Transformador de potencial (TP).

A Figura 5.5 mostra a parte interior da cabine primária onde ficam alojados os TCs e TPs.



Figura 5.5 – Visualização da parte interna da cabine primária (TP em baixo e TC instalado na parte lateral).

Pelo nível de tensão da entrada, a relação de transformação do TP da medição é 70:1 a três elementos. A Figura 5.6 é uma fotografia do TP.



Figura 5.6 – TP de medição de relação de transformação de 70:1.

De acordo com os dados de placa do TP da Figura 5.6, a classe de exatidão é 0,3 que é a classe utilizada para medições em laboratórios ou medida da potência ou energia para fins de faturamento. Possui carga nominal de 12,5 VA a 75 VA.

- Cubículo do Disjuntor Geral: neste cubículo são instalados os equipamentos responsáveis pela proteção e seccionamento da entrada de energia em média tensão. Os equipamentos são os seguintes:
  - Seccionador;
  - Disjuntor;
  - Relé de sobrecorrente e subtensão/sobretensão digital microprocessado.

### **5.2.6 Instalação da Subestação**

A subestação do empreendimento é do tipo abrigada. Visto ser uma exigência da ENERGISA (ver item 10.5 - NDU 002) para subestações com capacidade instalada superior a 300k VA quando a tensão da rede secundária for 380/220 V.

A subestação abriga os cubículos de entrada, de seccionamento de saída, cubículo do transformador, o quadro geral de baixa tensão (QGBT), quadro de transferência de rede gerador e quadro gerenciador da usina geradora. Abaixo tem-se uma descrição dos cubículos já relacionados:

- Cubículo de Entrada: este cubículo tem a função de receber os cabos provenientes da cabine primária e proteger o sistema elétrico por meio dos pára-raios.
- Cubículo de seccionamento de saída: neste cubículo está alojada a seccionadora (400 A – 15 kV – 16 kA/1s);
- Cubículo do transformador: neste cubículo aloja-se o transformador trifásico. Após o rebaixamento da tensão os condutores e encaminhado para o QGBT , a partir do transformador, um barramento blindado que passa pelo QTA (Quadro de Transferência) e então vai ao QGBT;



- Quadro Geral de Baixa Tensão e Transferência: este quadro tem a finalidade de distribuir às cargas terminais em baixa tensão e realizar o sistema de transferência rede/gerador.

Estes cubículos foram montados um após o outro formando externamente um conjunto só como um sistema modulado. Através da Figura 5.7 e 5.8 é possível visualizar o arranjo descrito.



Figura 5.7 – Vista completa dos equipamentos da subestação.



Figura 5.8 – Subestação vista por outro ângulo.

Pode ser observado a cubículo de entrada e de seccionamento de saída pela Figura 5.6 que são os que se encontram mais ao fundo da Figura 4.6 e que não aparecem na Figura 5.7.

O cubículo imediatamente à esquerda é o que aloja o transformador trifásico e após ele vem o QGBT.

### Transformador Seco:

Alguns dados mais apurados a respeito do transformador serão agora citados. O transformador instalado na subestação do empreendimento é do tipo seco, trifásico da marca WEG com potência de 750 kVA, com relação de tensão 13,8 – 0,38-0,22 kV, enrolamentos delta-estrela, e após instalado ficou com lado da estrela aterrado.

Sua frequência nominal é de 60 Hz , classe de temperatura F 155°C, sua massa total é 1900 kg e grau de proteção IP00 (não protegido – não protegido). A Figura 5.9 oferece uma visão melhor dos dados de placa deste trafo.



Figura 5.9 – Placa do transformador seco trifásico 750 kVA.

Esse tipo de transformador não oferece risco de explosão desde que a fonte de calor seja logo extinta, pois a isolamento dos seus enrolamentos é feita com resina que por suas propriedades não propaga fogo e é auto-extinguível.

Não usa óleo isolante, por isso é que é chamado de seco, e não produz gases tóxicos que possam contaminar o meio ambiente. O transformador possui um relé de temperatura de referência PCPT 4 com os sensores inseridos nos seus enrolamentos de baixa conforme a Figura 5.10.



Figura 5.10 – Detalhe do enrolamento de baixa com um dos sensores do relé de temperatura.

Pelas suas dimensões reduzidas o espaço da subestação pode ser otimizado. Na área ocupada por um transformador isolado a óleo caberia um transformador seco com o dobro da potência. A Figura 5.11 ilustra com maior detalhe o que foi descrito acima.



Figura 5.11 – Detalhe da instalação do trafo ao QGBT através do barramento de baixa tensão.

## 5.2.7 Instalação do Grupo Gerador

Para garantir o contínuo funcionamento das atividades e também dos equipamentos dentro do supermercado, e pelo fato do mesmo possuir cargas de uso essencial a exemplo disso de uma câmara frigorífica. O projeto do empreendimento contemplou a instalação de um grupo gerador.

A tarifa contratada à ENERGISA foi a horo-sazonal verde, pelo fato de ser uma tarifa obrigatória às unidades consumidoras cuja tensão de fornecimento é inferior à 69 kV e possui uma demanda contratada acima de 300 kW (o empreendimento possui uma carga demandada de 570 kW).

Pelos fatores acima descritos, a geração própria do empreendimento é bastante propícia visto que é importante garantir o suprimento contínuo das cargas e economizar na compra de energia por meio dessa geração própria no horário de ponta. A usina geradora é constituída por dois geradores de 460 kVA de potência em tensão de 380 V entre fases cuja a máquina primária é um motor da marca Scania, montados em uma sala com os devidos equipamentos para atenuar o ruído causado pelos motores quando do momento da geração. A Figura 5.12 ilustra a sala dos geradores em *stand-by*.



Figura 5.12 – Grupo gerador que atua em paralelismo (esquerda) e detalhe de um dos geradores (direita).

Para que esses geradores possam operar em conjunto, é necessário a instalação de um equipamento que faça o “alinhamento” das tensões e correntes geradas por eles. A esse alinhamento dá-se o nome de sincronismo, ou seja, as tensões e correntes geradas pelos

geradores só podem alimentar conjuntamente o sistema se eles estiverem com a mesma magnitude da tensão e corrente assim como os seus ângulos de fase devem ser iguais.

O equipamento responsável por esse sincronismo é chamado de Unidade de Supervisão de Corrente Alternada (USCA). A Figura 5.13 é uma ilustração deste equipamento.



Figura 5.13 – Unidade de Supervisão de Corrente Alternada (USCA).

A função da USCA é de monitorar as condições de energia entregue à carga, de forma a garantir um fornecimento seguro desta energia, seja este proveniente do gerador ou da concessionária.

Caso haja falha na rede, como saída da tensão da rede na faixa operacional, após o tempo de confirmação de anormalidade, o controlador DS5510 comanda a abertura do respectivo disjuntor da rede comercial da concessionária. Iniciando o procedimento de partida e conexão dos Grupo Motor Gerador (GMGs) à carga. O GMG que partir será aquele que não estiver inibido por falha memorizada ou com botoeira de emergência pressionada.

Uma vez conectados os dois GMGs disponíveis à barra de paralelismo, o controlador comanda o fechamento do disjuntor do grupo, permanecendo os GMGs em regime, aguardando a normalização da rede da concessionária.

Se o controlador DS5560 confirmar o retorno da tensão da rede à normalidade, após tempo de confirmação de retorno, e após obter a sincronização dos GMGs à rede da

concessionária, o controlador comanda o fechamento do disjuntor de rede e que o controlador de cada GMG execute a rampa linear de descarregamento. Ao final desta (GMGs com menos de 5 % de sua potência nominal), o controlador DS5560 comanda a abertura do Disjuntor de Grupo.

Estando totalmente desconectados os GMGs da Carga, o controlador DS5560 deixa de enviar o comando de funcionamento aos controladores dos GMGs, os quais procedem na desconexão do barramento de paralelismo, resfriamento do GMG e parada.

No horário de ponta, estando os GMGs em repouso e a USCA em automático, quando o relógio interno do controlador atingir o horário ajustado no setup, será confirmado a ativação dos GMGs. Quando os dois GMGs estiverem disponíveis à barra de paralelismo, o controlador procede na sincronização dos GMGs conectados em relação a rede presente e normal, comandando o fechamento do disjuntor de grupo quando obtido o sincronismo.

O tipo de ligação dos geradores é estrela com neutro aterrado, com máxima impedância de aterramento admissível em 10 ohms (Valor normalizado pela NBR 5410) e fator de potência de 0,8 em atraso. No Anexo 5 encontra-se o detalhe do projeto de alocação da subestação e da sala dos geradores.

### **5.2.8 Instalação da Malha de Aterramento**

Segundo a norma NDU 002 da ENERGISA (item 11.3 - c): “Todas as ligações de condutores deverão ser feitas com conectores tipo cunha ou solda exotérmica ou tipo terminal cabo-barra, sendo obrigatório o uso de massa calafetadora em todas as conexões do aterramento”.

A solda exotérmica é um processo de junção a quente onde se verifica uma fusão entre o elemento metálico de conexão e o condutor.

A conexão exotérmica é executada no interior de um cadinho, sendo que para cada tipo de conexão há uma forma específica para o cadinho. A Figura 5.14 ilustra o processo em que uma solda exotérmica estava sendo feita nos cabos da malha de aterramento do supermercado.



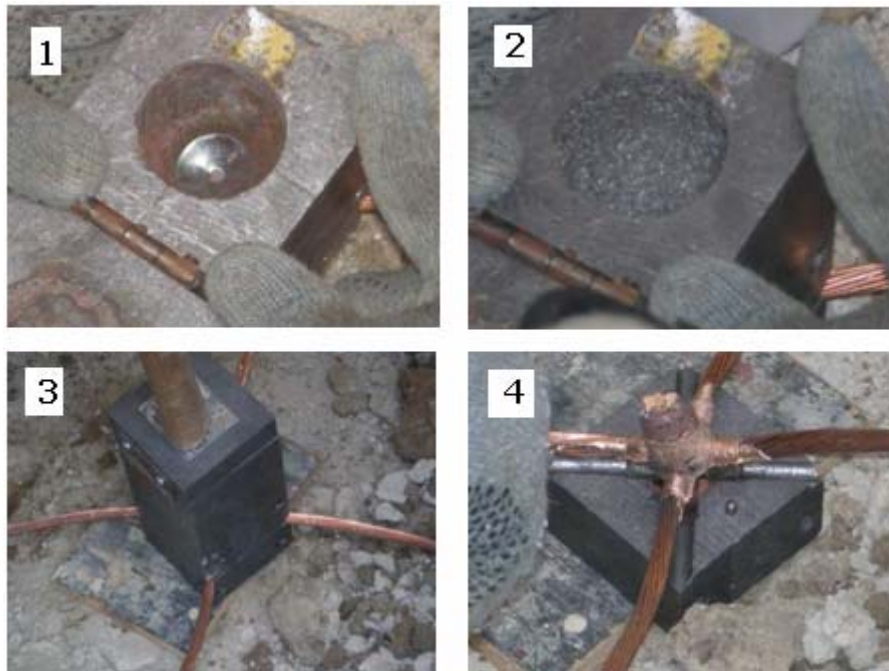


Figura 5.14 – Processo de solda exotérmica de um condutor de malha de terra.



Figura 5.15 – Cadinhos ou módulos para soldas exotérmicas em “T” e em “X”.

Conforme o estabelecido por norma, a interligação de todo o circuito de aterramento foi feita com cabo de cobre nu de 50 mm<sup>2</sup>. O esquema de aterramento do empreendimento é do tipo TN-S, ou seja, o condutor neutro e o condutor de proteção são separados ao longo de toda a instalação

Pelo fato do empreendimento possuir geração própria, a malha de aterramento do mesmo não fora conectada à malha de aterramento da rede da concessionária em obediência ao item 11.3 h) da NDU 002.

## 6 Conclusões

Através dessa oportunidade de aprimorar os conhecimentos adquiridos na universidade, pode-se perceber a importância do estágio para a formação profissional do Engenheiro Eletricista.

A partir das atividades realizadas, vários conceitos adquiridos na universidade foram concretizados e consolidados, observando que o estágio não se distanciou dos assuntos abordados em sala de aula durante vários anos.

A quantidade de materiais utilizados em uma instalação elétrica nas dimensões como o do empreendimento em questão, confere ao aluno uma experiência que pode fazê-lo decidir em que área irá atuar após receber o título almejado.

A forma como as relações interpessoais ocorrem em um canteiro de obras, conferem uma experiência única e decisiva, levando o estagiário a uma reflexão quanto ao seu perfil profissional.

Para que se possa gerir a execução de uma obra com eficiência é preciso saber lidar com situações inusitadas. Bom senso, capacidade de argumentação, saber lidar com as pressões por resultados e pró-atividade são qualidades desejáveis ao profissional de engenharia que se dispõe a trabalhar no segmento de construção civil.

Um sólido conhecimento das normas técnicas, sejam da ABNT, sejam da concessionária local, é indispensável para que erros de execução do projeto sejam dirimidos a fim de garantir a qualidade do serviço.

Saber trabalhar em equipe é de vital importância para o bom andamento das atividades dentro de um canteiro de obras, ainda mais quando se trata do cumprimento dos prazos acordados.

Durante as minhas atividades como estagiário pude vivenciar a real necessidade de se ter espírito de equipe, iniciativa e criatividade dentro de uma empresa.

A capacidade de trabalhar em equipe, respeitando-se as diferenças em relação aos níveis de qualificação e formação, é imprescindível em um profissional para que determinada atividade possa ser realizada em sua totalidade e com resultados duradouros.

Iniciativa e criatividade são também características que devem escultar os profissionais que fazem parte de uma empresa onde a qualidade de seus serviços são uma de suas marcas.



Por fim, pode-se concluir que a promoção do relacionamento interpessoal aliado a aplicação dos conhecimentos teóricos adquiridos na universidade, são incrementos peculiares ao ambiente de uma empresa.

## **Referências Bibliográficas**

NDU 002. Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária. ENERGISA, Março/2006.

NDU 006. Critérios Básicos para a Elaboração de Projetos de Redes Aéreas de Distribuição Urbana. ENERGISA, Março/2006.

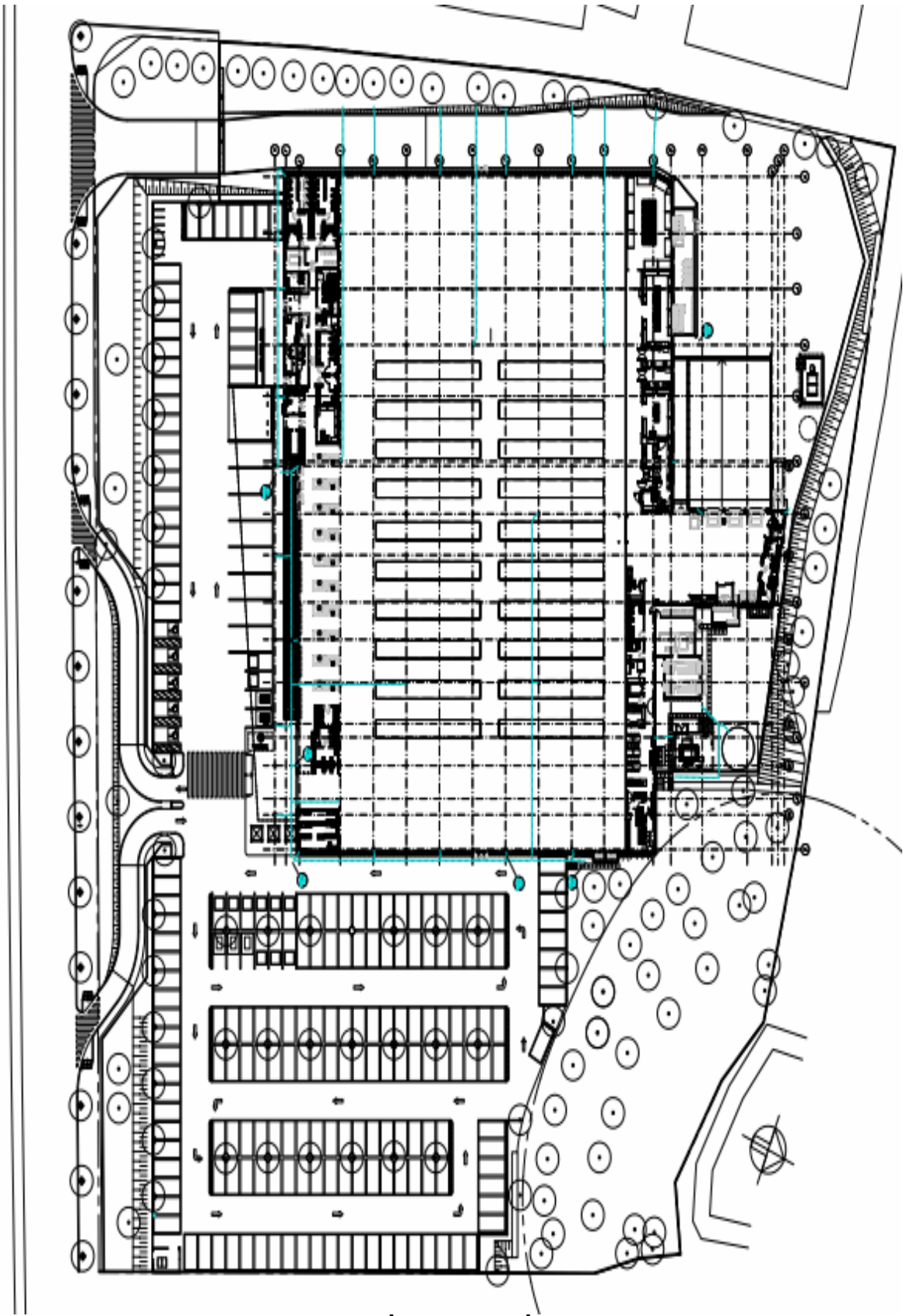
Mamede Filho, J. Instalações Elétricas Industriais. 7ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

Mamede Filho, J. Manual de Equipamentos Elétricos. 3ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

NBR 5410. Instalações Elétricas de Baixa Tensão. ABTN, Novembro/2007.

Niskier, J. Instalações Elétricas. 5ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

# **ANEXO 1**



**Vista superior de todo o empreendimento**

## **ANEXO 2**



# **ANEXO 3**





# **ANEXO 4**



# **ANEXO 5**

