

Nicolau Kellyano Leite Dantas

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA  
ACUMULADORES MOURA S/A**

**Campina Grande, Brasil**

**18 de março de 2015**

Nicolau Kellyano Leite Dantas

## **RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA ACUMULADORES MOURA S/A**

Relatório de Estágio Integrado submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Univesidade Federal de Campina Grande - UFCG  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI  
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE

Orientador: Edgar Roosevelt Braga Filho

Campina Grande, Brasil

18 de março de 2015

---

Nicolau Kellyano Leite Dantas

RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA ACUMULADORES MOURA  
S/A/ Nicolau Kellyano Leite Dantas. – Campina Grande, Brasil, 18 de março de  
2015-

107 p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Edgar Roosevelt Braga Filho

Relatório de Estágio Integrado – Univesidade Federal de Campina Grande - UFCG  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI  
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE , 18 de março de 2015.

---

Nicolau Kellyano Leite Dantas

## **RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA ACUMULADORES MOURA S/A**

Relatório de Estágio Integrado submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Trabalho aprovado. Campina Grande, Brasil, 18 de março de 2015:

---

**Edgar Roosevelt Braga Filho**  
Orientador

---

**Leimar de Oliveira**  
Convidado

Campina Grande, Brasil  
18 de março de 2015

*Este trabalho é dedicado à minha família, em especial ao meu avô Domingos Viana Maia e a minha mãe Maria Aparecida Leite.*

# Agradecimentos

Os agradecimentos deste trabalho são direcionados:

- A Deus pela existência, perseverança e força para enfrentar os desafios;
- Ao meu avô Domingos Viana Maia e a minha mãe Maria Aparecida Leite, exemplos de trabalho, honestidade e dedicação;
- À minha família, pelo apoio em tudo que fiz e em todas as decisões importantes da minha vida;
- Ao professor Edgar Roosevelt Braga Filho, pela orientação, confiança, e por estar sempre à disposição para qualquer dúvida;
- A empresa Acumuladores Moura S/A, por me acolher durante 9 meses. Assim como pelas excelentes condições de trabalho e por todas as oportunidades de aprendizado e de crescimento profissional oferecidas.
- A Vanderley Maia Gomes, orientador profissional do meu estágio, pela paciência e dedicação para minha formação na empresa. Agradeço também aos colegas da Manutenção Elétrica, pela companhia ao longo destes meses na empresa.
- A todos os amigos e colegas conquistados nestes cinco anos de curso e durante a vida;
- A todos os professores e a todas as pessoas anônimas que, de forma direta ou indireta, fizeram parte da minha formação.

*"Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá."*

*Ayrton Senna*

# Resumo

O presente relatório é referente ao estágio curricular realizado pelo aluno Nicolau Kellyano Leite Dantas, na empresa Acumuladores Moura S/A – Unidade 01 – na cidade de Belo Jardim – PE. O estágio foi realizado no setor de Energia e Automação, que é o responsável por toda supervisão, desenvolvimento e manutenção do sistema elétrico na Unidade 01 – Matriz. Sob a orientação do engenheiro Vanderley Maia Gomes, o estagiário desenvolveu várias atividades, tais como: elaboração e supervisão de projetos, compra de material elétrico, contratação de empresas terceirizadas, previsão de orçamentos para projetos, mapeamento do sistema elétrico, atividades administrativas, monitoramento das subestações e adequação da empresa à norma regulamentadora nº10 (NR-10).

**Palavras-chave:** Moura, NR-10, Subestações, Instalações Elétricas.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Bateria Automotiva Moura. Fonte: <a href="http://www.moura.com.br">www.moura.com.br</a> . . . . .	5
Figura 2 – Baterias Estacionárias Moura Clean. Fonte: <a href="http://www.moura.com.br">www.moura.com.br</a> . . . . .	5
Figura 3 – Baterias Tracionárias Moura. Fonte: <a href="http://www.moura.com.br">www.moura.com.br</a> . . . . .	6
Figura 4 – Bateria Náutica Moura Boat. Fonte: <a href="http://www.moura.com.br">www.moura.com.br</a> . . . . .	6
Figura 5 – Bateria Moura Moto. Fonte: <a href="http://www.moura.com.br">www.moura.com.br</a> . . . . .	7
Figura 6 – Fotografia do setor de Energia e Automação localizado na Unidade 01. . . . .	7
Figura 7 – Processo de fabricação de baterias chumbo ácido. Fonte: Retirado de (1) . . . . .	8
Figura 8 – Fotografia do prontuário das instalações elétricas da Unidade-01. . . . .	10
Figura 9 – Diagrama unifilar do sistema de potência da Acumuladores Moura - Matriz. . . . .	11
Figura 10 – Aproximação da figura 9 para uma melhor visualização. . . . .	12
Figura 11 – Parte do mapeamento do sistema elétrico da Moura - Unidade 01. . . . .	13
Figura 12 – Trecho da localização dos quadros de média/baixa tensão no plano diretor da Unidade 01. . . . .	14
Figura 13 – Planta baixa da SE-08. . . . .	15
Figura 14 – Planta baixa da SE-03. . . . .	16
Figura 15 – Manutenção em banco de capacitores na SE02. . . . .	18
Figura 16 – Termografia no Trafo de 1000kVA da SE08. . . . .	19
Figura 17 – Interface de apresentação do SSEE na unidade 01 da Acumuladores Moura, Belo Jardim – PE. . . . .	21
Figura 18 – Interface da subestação 08 que registra dados de potências, demanda, fator de potência entre outros. . . . .	21
Figura 19 – Montagem de eletrocalhas, perfilados e quadros elétricos nos pisos 1 e 2 - Projeto elétrico do novo galpão da UGB-01. . . . .	24
Figura 20 – Planta baixa do setor da ETE - Pontos de Iluminação e Tomadas. . . . .	27
Figura 21 – Parte da norma NBR 5410 que foi utilizada no projeto. Fonte: Tirado de (2) . . . . .	29
Figura 22 – Métodos de referência. Fonte: Tirado de (2) . . . . .	30
Figura 23 – Diagrama unifilar - Setor da ETE. . . . .	31
Figura 24 – Planta baixa do setor de Energia e Automação - Pontos de Iluminação e Tomadas. . . . .	32
Figura 25 – Diagrama unifilar - Setor de Energia e Automação. . . . .	35
Figura 26 – Planta baixa da SE de 69/13, 8kV. . . . .	37
Figura 27 – Diagrama unifilar de proteção e controle. . . . .	38
Figura 28 – Arranjo de montagem HE 72, 5kVA 1250A SLT. . . . .	40
Figura 29 – Detalhe do polo HE. . . . .	41

Figura 30 – Caixa de contato auxiliar. . . . .	42
Figura 31 – Mapeamento do sistema elétrico da Moura - Unidade 01. . . . .	48
Figura 32 – Planta baixa do piso 1 - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01. . . . .	50
Figura 33 – Planta baixa do piso 2 - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01. . . . .	51
Figura 34 – Planta baixa do piso 3 - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01. . . . .	52
Figura 35 – Desenho dos quadros elétricos - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01. . . . .	53
Figura 36 – Corte BB - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01. . . . .	54
Figura 37 – Diagrama unifilar - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01. . . . .	55
Figura 38 – Planta Baixa do SPDA e Malha de Aterramento - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01. . . . .	57

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Estrutura organizacional do grupo Moura. . . . .	4
Tabela 2 – Lista de siglas para representação dos quadros elétricos. . . . .	13
Tabela 3 – Subestações ativas da unidade 01. . . . .	17
Tabela 4 – Temperatura máxima admissível para o componente, valores típicos. . . . .	20
Tabela 5 – Potência iluminação - Setor da ETE. . . . .	28
Tabela 6 – Quantidade de tomadas - Setor da ETE. . . . .	28
Tabela 7 – Previsão de cargas - Setor da ETE. . . . .	28
Tabela 8 – Dimensionamento dos cabos e disjuntores - Setor da ETE. . . . .	29
Tabela 9 – Potência iluminação - Setor Energia e Automação. . . . .	33
Tabela 10 – Quantidade de tomadas - Setor Energia e Automação. . . . .	33
Tabela 11 – Previsão de cargas - Setor Energia e Automação. . . . .	33
Tabela 12 – Dimensionamento dos cabos e disjuntores - Setor Energia e Automação. . . . .	34

# Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
TUG	Tomadas de Uso Geral
TUE	Tomadas de Uso Específico
ETE	Estação de Tratamento e Esgoto
RDM	Rede de Distribuidores Moura
NR	Norma Regulamentadora
QGMT	Quadro Geral de Média Tensão
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
QDF	Quadro de Distribuição de Força
QIL	Quadro de Iluminação
SSEE	Sistema de Supervisão de Energia Elétrica
QDILT	Quadro de Distribuição de Iluminação e Tomadas
BEP	Barramento da Subestação

# Lista de símbolos

$\eta$	Rendimento
$I_p$	Corrente de projeto do circuito
$P_n$	Potência elétrica nominal do circuito
$V$	Tensão de Linha

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>A EMPRESA</b>	<b>2</b>
2.1	Histórico	2
2.2	Estrutura Organizacional	3
2.3	Baterias	4
2.4	Local do Estágio	7
<b>3</b>	<b>PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BATERIAS CHUMBO ÁCIDO</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS</b>	<b>9</b>
<b>4.1</b>	<b>Adequação à Norma Brasileira ABNT NR-10</b>	<b>9</b>
4.1.1	Atualização do Prontuário	9
4.1.2	Atualização de Diagramas Unifilares	11
<b>4.2</b>	<b>Mapeamento do Sistema Elétrico da Moura</b>	<b>12</b>
<b>4.3</b>	<b>Monitoramento e Manutenção das Subestações</b>	<b>17</b>
<b>4.4</b>	<b>Supervisão do Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01</b>	<b>22</b>
4.4.1	Etapa: Iluminação e Tomadas de Serviço	22
4.4.1.1	Descrição do Projeto	22
4.4.1.2	Execução do Projeto	23
4.4.2	Etapa: Malha de Aterramento e SPDA	24
4.4.2.1	Descrição do Projeto	24
4.4.2.2	Execução do Projeto	25
<b>4.5</b>	<b>Elaboração de Projetos de Instalações Elétricas</b>	<b>25</b>
4.5.1	Projeto de Iluminação e Tomadas - Setor da ETE	26
4.5.1.1	Divisão dos Circuitos	28
4.5.2	Projeto de Iluminação e Tomadas - Setor de Energia e Automação	31
4.5.2.1	Divisão dos Circuitos Elétricos	33
<b>4.6</b>	<b>Acompanhamento do Projeto de Construção da Subestação de 69/13,8kV da Acumuladores Moura</b>	<b>36</b>
4.6.1	Descrição Sumária do Empreendimento	36
4.6.2	Etapas Concluídas do Projeto	39
4.6.2.1	Etapa 1 - Reuniões	39
4.6.2.2	Etapa 2 - Aprovação do Projeto das Chaves Seccionadoras	39
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>43</b>

Referências . . . . .	45
<b>ANEXOS</b>	<b>46</b>
ANEXO A – SISTEMA ELÉTRICO DA MOURA - UNIDADE 01 .	47
ANEXO B – PROJETO ELÉTRICO DO NOVO GALPÃO DA UGB-01 . . . . .	49
ANEXO C – PLANTA BAIXA DO SPDA E MALHA DE ATERRAMENTO - PROJETO ELÉTRICO DO NOVO GALPÃO DA UGB-01 . . . . .	56
ANEXO D – MEMORIAL DE CÁLCULO LUMINOTÉCNICO - PROJETO ELÉTRICO DO NOVO GALPÃO DA UGB-01 .	58
ANEXO E – MEMORIAL DE CÁLCULOS DA MALHA DE TERRA - PROJETO ELÉTRICO DO NOVO GALPÃO DA UGB-01 . . . . .	93
ANEXO F – MEMORIAL DESCRITIVO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS- PROJETO ELÉTRICO DO NOVO GALPÃO DA UGB-01 .	96
ANEXO G – MEMORIAL DE CÁLCULOS SPDA - PROJETO ELÉTRICO DO NOVO GALPÃO DA UGB-01 . . . . .	100
ANEXO H – CRONOGRAMA DE ATIVIDADES PRELIMINARES - PROJETO DE CONSTRUÇÃO DA SUBESTAÇÃO DE 69/13,8kV . . . . .	102
ANEXO I – DADOS DE CURTO CIRCUITO - PROJETO DE CONSTRUÇÃO DA SUBESTAÇÃO DE 69/13,8kV .	105

# 1 Introdução

Este documento descreve as atividades desenvolvidas na área de eletrotécnica direcionado para instalações elétricas industriais.

Neste sentido, além da elaboração de projetos, acompanhamento e supervisão de obras de engenharia, efetivou-se o monitoramento e manutenção de subestações de energia, bem como o mapeamento de redes elétricas e adequação de serviços da empresa citada, no que toca à norma brasileira ABNT NR-10.

Para tal, foram efetuadas medições em diversos pontos de consumo da instalação, atualização de diagramas unifilares dos setores de baixa e média tensão, como forma de adequação dos serviços à referida normalização.

Na seqüência, foi realizado um levantamento expedito dos quadros de comando e proteção de baixa e média tensão da instalação como um todo, bem como da unidade principal da empresa, conforme anteriormente citado.

Por outro lado efetivou-se a supervisão de projeto da iluminação e tomadas de acesso de um novo galpão de produção da empresa, unidade UGB-01, assim como, a supervisão de sua malha de aterramento.

Como fecho das referidas atividades de trabalho, relativas a este estágio integrado, foi realizado o acompanhamento do projeto e subsequente construção de uma subestação de  $10/12,5MVA - 69,0/13,8kV$ , a qual alimenta três outras unidades de produção da empresa.



## 2 A Empresa

### 2.1 Histórico

A Empresa Acumuladores Moura foi fundada em 1957 pelo Químico Industrial Edson Mororó Moura, iniciando suas atividades de produção de baterias em 1958, com um fluxo de apenas 50 baterias por mês. Criada no seco agreste nordestino, na cidade de Belo Jardim, a Moura possui uma história de empreendedorismo de mais de meio século, partindo de uma realidade difícil no final na década de 50 até a sua consolidação como líder de mercado na América Latina nos dias atuais.

A história da Moura se iniciou no quintal de uma casa localizada na cidade de Belo Jardim. O primeiro nome da empresa foi Indústria e Comércio de Acumuladores Moura Ltda e as instalações iniciais eram simples e com máquinas rudimentares. Porém, por volta de 1968, a Moura manteve contato com a maior montadora inglesa de baterias da época, a Chloride, uma das mais avançadas tecnologias do mundo, com quem conseguiu firmar um contrato de recebimento de tecnologia bastante significativo para o desenvolvimento da fábrica. Com o avanço tecnológico, a Moura começou a produzir baterias de qualidade, expandindo as vendas para outras regiões do país. Com o passar do tempo, os produtos da empresa foram se popularizando pelo país e muitos pontos de revenda foram abertos para atender a crescente demanda, até que em 1979 foi criada oficialmente a RDM (Rede de Distribuidores Moura), responsável pela distribuição de baterias em nível nacional e internacional.

Com 57 anos e uma capacidade de produção superior a sete milhões de baterias por ano, atualmente o Grupo Moura possui seis plantas industriais, dois centros técnicos e logísticos avançados e mais de setenta centros de distribuição comercial no Brasil, na Argentina e no Uruguai, além de distribuidores parceiros no Paraguai, atendendo assim todo o Mercosul. Atualmente, é uma das maiores fornecedoras de baterias para a frota de veículos em circulação na América do Sul, conquistando prêmios internacionais de qualidade das montadoras Fiat, Ford, GM, Mercedes-Benz e Volkswagen.

Como resultado da fabricação e distribuição de baterias ao longo de vários anos, a Moura conseguiu evoluir e se destacar entre as principais montadoras do cenário mundial, aumentando a cada ano a sua produção de baterias, assim como as plantas industriais em diversas cidades. Dentre os principais acontecimentos de sua história destacam-se os seguintes:

- 1957 – Fundação da Acumuladores Moura em Belo Jardim – PE;

- 1966 – Fundação da Metalúrgica Moura;
- 1983 – Início das exportações para os Estados Unidos;
- 1983 – Início do fornecimento de baterias à Fiat Automóveis S.A.;
- 1984 – Lançamento da bateria para veículos movidos à álcool;
- 1986 – Inauguração da planta industrial de Itapetininga – SP;
- 1988 – Início do fornecimento de baterias à Volkswagen do Brasil;
- 1999 – Lançamento da bateria Moura com Prata;
- 2000 – Início do fornecimento de baterias à Iveco;
- 2000 – Lançamento da bateria estacionária Clean;
- 2001 – Lançamento da bateria tracionária LOG;
- 2002 – Início do fornecimento de baterias à Nissan;
- 2003 – Lançamento da bateria náutica BOAT;
- 2004 – Lançamento da bateria inteligente;
- 2005 – Início do fornecimento de baterias à Mercedes-Benz;
- 2006 – Lançamento da bateria LOG DIESEL;
- 2008 – Início do fornecimento de baterias à Cherry;
- 2009 – Início do fornecimento de baterias à GM;
- 2010 – Início do fornecimento de baterias à Kia Motors;
- 2011 – Inauguração da planta industrial na Argentina.

## 2.2 Estrutura Organizacional

A Moura encontra-se dividida em diversas unidades, tanto no Brasil quanto em países da América do Sul, onde cada unidade é responsável por um processo distinto para a obtenção final do produto, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Estrutura organizacional do grupo Moura.

<b>UNIDADE</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
UN 01 ACUMULADORES MOURA MATRIZ	Baterias sem carga para Itapetininga e baterias para o mercado de reposição	Belo Jardim – PE
UN 02 – UNIDADE ADMINISTRATIVA	Centro administrativo	Jaboatão dos Guararapes – PE
ESCRITÓRIO SÃO PAULO	Centro administrativo	São Paulo –SP
ESCRITÓRIO RIO DE JANEIRO	Centro administrativo	Niterói – RJ
UN 03 – DEPÓSITO FIAT E IVECO	Baterias para a Fiat e Iveco em Minas Gerais	Betim – MG
UN 04 – METALÚRGICA	Reciclagem de baterias e ligas de chumbo	Belo Jardim – PE
UN 05 – INDÚSTRIA DE PLÁSTICO	Caixa, tampa e pequenas peças para baterias	Belo Jardim – PE
UN 06 – UNIDADE DE FORMAÇÃO E ACABAMENTO	Baterias para montadoras brasileiras	Itapetininga – SP
UN 08 – MOURA BATERIAS INDUSTRIAIS	Baterias estacionárias	Belo Jardim – PE
BASA – DEPÓSITO ARGENTINA	Baterias para montadoras e reposição na Argentina	Buenos Aires
WAYOTEK – DEPÓSITO PORTO RICO	Baterias para montadoras e reposição no Porto Rico	Carolina
RADESCA – DEPÓSITO URUGUAI	Baterias para montadoras e reposição no Uruguai	Montevidéu
RIOS RESPUESTOS DEPÓSITO PARAGUAI	Baterias para montadoras e reposição no Paraguai	Assunção

## 2.3 Baterias

A Acumuladores Moura S/A produz baterias para o uso automotivo como se pode ver na Figura 1, além de produzir baterias para fins específicos, como as baterias estacionárias, tracionárias, náuticas e para motocicletas. As baterias automotivas são o principal

produto do Grupo Moura, sendo fornecidas para Volkswagen, Fiat, Ford, Iveco e Renault.



Figura 1 – Bateria Automotiva Moura. Fonte: [www.moura.com.br](http://www.moura.com.br)

A bateria estacionária Moura Clean é composta por placas positivas de design diferenciado, o que facilita a condução da corrente elétrica e maximiza o rendimento do material ativo, diferenciando-a das convencionais. Este design proporciona à bateria menor resistência interna e maior reserva de capacidade, tornando-a ideal para aplicações que requisitam alto nível de confiabilidade e alta corrente de descarga. Estas baterias, conforme a Figura 2, são utilizadas em sistemas de telecomunicações, no-breaks, subestações elétricas entre outras aplicações.



Figura 2 – Baterias Estacionárias Moura Clean. Fonte: [www.moura.com.br](http://www.moura.com.br)

As baterias tracionárias Moura Log, ilustrada na Figura 3 tem a característica de oferecer uma alta performance nas mais severas condições de uso, especialmente a resultante de operações em pisos irregulares e em temperaturas extremas. A linha monobloco atende a demanda de veículos elétricos como carros de golf, paleteiras e empilhadeiras.



Figura 3 – Baterias Tracionárias Moura. Fonte: [www.moura.com.br](http://www.moura.com.br)

Em uma embarcação, as baterias podem ter duas funções distintas: partida e serviço. A primeira é utilizada para dar a partida no motor da embarcação, e é projetada para fornecer uma alta corrente durante um curto intervalo de tempo; trata-se do mesmo tipo de bateria utilizado para partir o motor de um automóvel. Já a bateria de serviço é utilizada para alimentar os equipamentos e utilidades elétricas da embarcação, tais como iluminação, rádio, GPS, radar, micro-ondas, refrigeradores, bombas e outros itens de consumo, normalmente por intermédio de um inversor. A linha Moura Boat, ilustrada na Figura 4, é pioneira em baterias náuticas no Brasil.



Figura 4 – Bateria Náutica Moura Boat. Fonte: [www.moura.com.br](http://www.moura.com.br)

De olho no crescente mercado de reposição e atendendo aos pedidos de consumidores, a Baterias Moura reuniu toda sua experiência e qualidade para lançar um produto específico para o mercado de motos: a Moura Moto. Com 22 modelos, a Moura tem capacidade de atender todas as motocicletas produzidas no país.

Presente em todo o Brasil, através de uma rede de distribuição própria, a Moura Moto traz toda a tecnologia e tradição da Baterias Moura, líder de vendas na América do Sul. A Figura 5 ilustra esse tipo de bateria.



Figura 5 – Bateria Moura Moto. Fonte: [www.moura.com.br](http://www.moura.com.br)

## 2.4 Local do Estágio

O presente estágio foi realizado no setor de Energia e Automação na Unidade 01 em Belo Jardim. O departamento conta com um gestor Vanderley Maia Gomes que foi o orientador do estágio, dois estagiários, dois jovens aprendizes, sete técnicos fixos, além de eletricitistas trabalhando em outros setores da fábrica. As principais funções do setor são: supervisão, desenvolvimento e manutenção da estrutura elétrica da fábrica. Na Figura 6 é mostrado o local onde se realizou a maior parte das atividades do estágio.



Figura 6 – Fotografia do setor de Energia e Automação localizado na Unidade 01.

## 3 Processo de Fabricação de Baterias Chumbo Ácido

Existem dois inputs na produção do acumulador: o chumbo mole e o chumbo liga. À partir do chumbo mole é feito o óxido de chumbo no moinho. O óxido é utilizado na masseira para se produzir a massa. Paralelamente, à partir do chumbo liga são produzidas as grades.

A massa é empastada na grade para se produzir as placas. As placas então são levadas para estufas onde ocorrem os processos de cura e de secagem. Posteriormente as placas são agrupadas na montagem com a ajuda das pequenas peças, que foram produzidas à partir de um chumbo liga de composição diferente do chumbo liga utilizado na fundição de grades. Os grupos de placas (denominados de elementos) são colocados nas caixas que por sua vez são seladas e levadas à formação. Finalmente é feita uma inspeção final e colocadas as etiquetas nas caixas (acabamento).

O fluxograma geral do processo de fabricação de bateria pode ser observado na Figura 7.

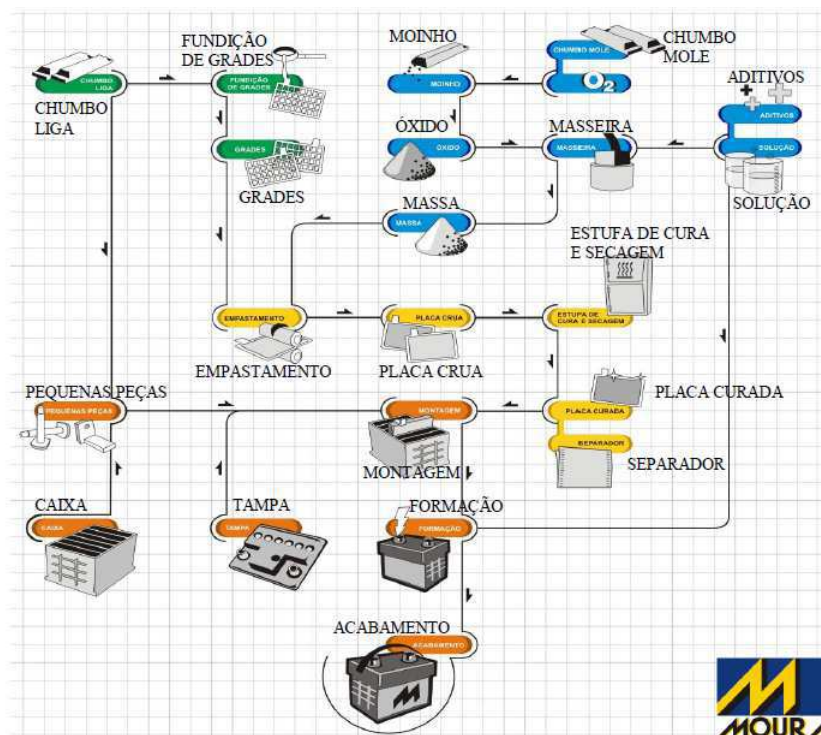


Figura 7 – Processo de fabricação de baterias chumbo ácido. Fonte: Retirado de (1)

## 4 Atividades Desenvolvidas

Ao longo do estágio foram desenvolvidas várias atividades, dentre estas pode-se destacar: elaboração e supervisão de projetos elétricos, mapeamento do sistema elétrico, monitoramento das subestações, acompanhamento da construção da subestação de  $69kV$  da serra e adequação da empresa à norma regulamentadora nº10 (NR-10). A seguir serão descritas as principais atividades desenvolvidas.

### 4.1 Adequação à Norma Brasileira ABNT NR-10

Poucas atividades são tão perigosas, e demandam tantos cuidados quanto o trabalho em instalações elétricas. A Norma Regulamentadora número 10 (NR-10), trouxe mais segurança aos trabalhadores do setor elétrico. Esta norma foi criada após dois anos de muitas discussões por uma comissão constituída por representantes do Ministério do Trabalho e Emprego, trabalhadores e empresas, com o objetivo de garantir condições mínimas de segurança daqueles que trabalham em instalações elétricas, em suas diversas etapas, incluindo projeto, execução, operação, manutenção, reforma e ampliação, abrangendo empresas terceirizadas, públicas e privadas, inclusive quem trabalha em suas proximidade.

A NR-10 estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Com o objetivo de atender a NR-10, em 2011 foi contratada pela Moura uma empresa de consultoria (N2A Engenharia) para iniciar os trabalhos de adequação a essa norma. Vários avanços foram alcançados com esta consultoria, especialmente pela organização do prontuário das instalações elétricas, definição dos pontos de melhoria e desenvolvimento de um plano de ação. As atividades realizadas pelo estagiário com relação a NR-10 são descritas abaixo.

#### 4.1.1 Atualização do Prontuário

O prontuário das instalações elétricas de qualquer fábrica fornece informações importantes sobre a organização e manutenção do setor elétrico. De acordo com a NR-10 (2004) subitem 10.2.4, os estabelecimentos com carga instalada superior a  $75kW$  devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo (3):



- a) conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;
- b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;
- c) especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;
- d) documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;
- e) resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;
- f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;
- g) relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”.

Todos os itens listados com exceção do item f constam no prontuário atual. A principal atividade desenvolvida foi atualizar esses itens pois alguns estavam desatualizados desde 2011. O item f não se encontra no prontuário devido a Moura não conter áreas classificadas de acordo com a segurança industrial da empresa.

A Figura 8 ilustra o prontuário das instalações elétricas da fábrica.



Figura 8 – Fotografia do prontuário das instalações elétricas da Unidade-01.

### 4.1.2 Atualização de Diagramas Unifilares

De acordo com a NR-10 subitem 10.2.3 as empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção (3).

Com o objetivo de atender esse tópico da Norma, foi realizado pelo estagiário a atualização dos diagramas unifilares existentes na Unidade 01. Inicialmente foi percorrido todas as subestações dessa unidade, sempre acompanhado por um funcionário habilitado para abri-las, fazendo uma comparação entre os diagramas disponíveis e a situação real.

Depois de realizado a comparação, foi detectado uma divergência no diagrama unifilar geral da Unidade 01. Com isso foi realizado a atualização do desenho no AutoCAD 2010 conforme as Figuras 9 e 10. As principais atualizações foram com relação a identificação dos quadros de média tensão, desativação de transformadores e mudanças em disjuntores.

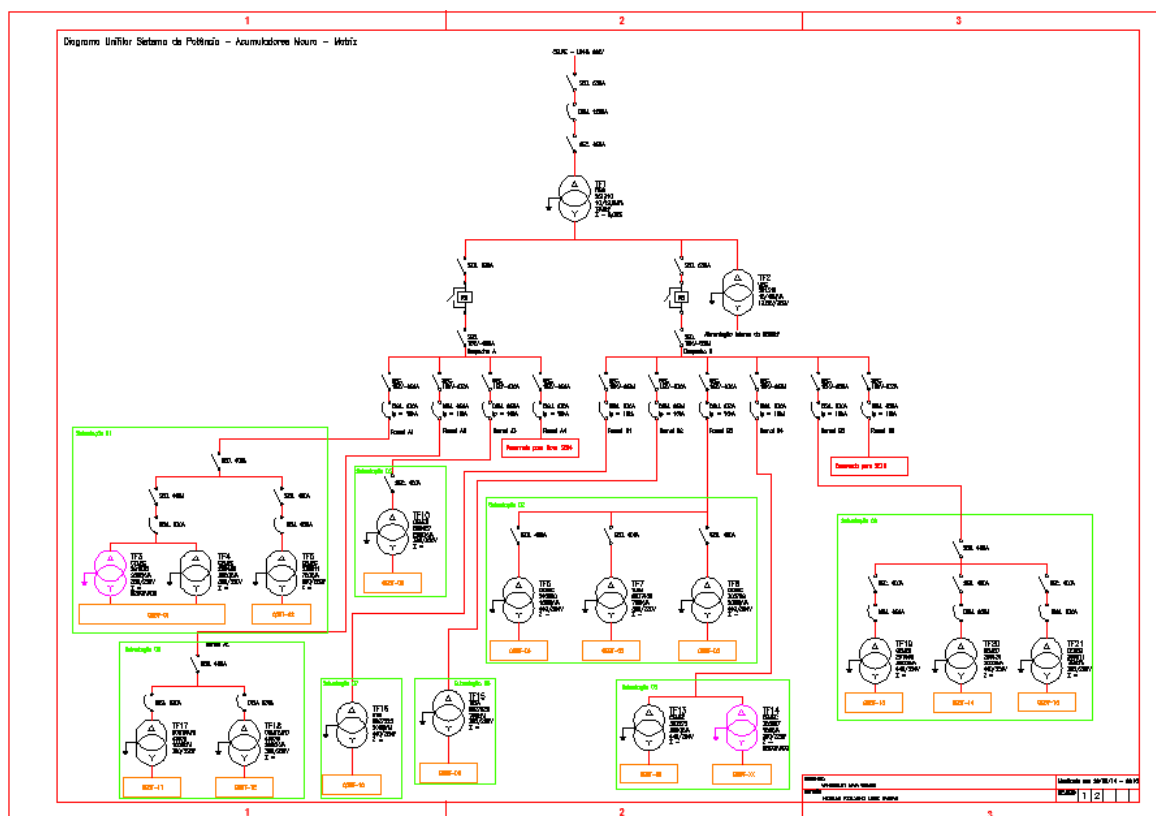


Figura 9 – Diagrama unifilar do sistema de potência da Acumuladores Moura - Matriz.

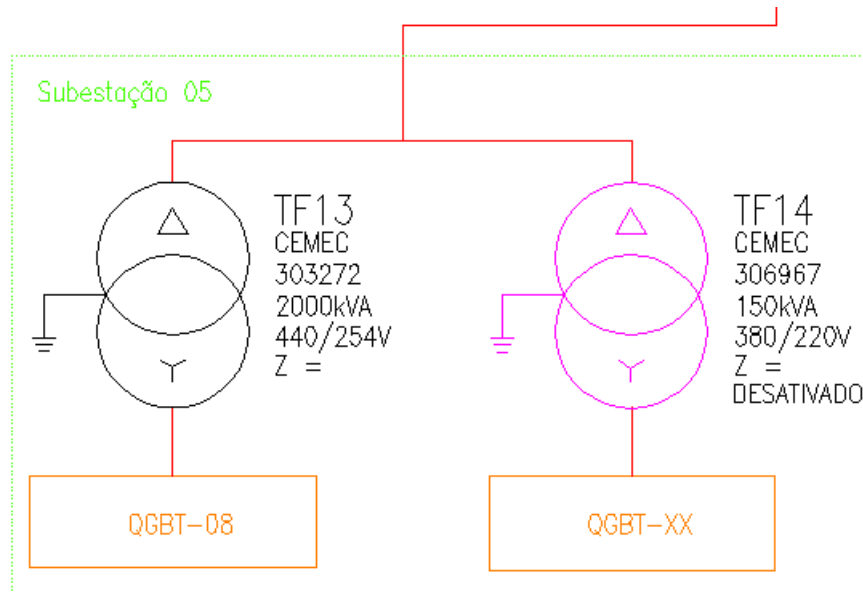


Figura 10 – Aproximação da figura 9 para uma melhor visualização.

## 4.2 Mapeamento do Sistema Elétrico da Moura

O mapeamento de uma instalação elétrica proporciona uma análise rápida dos circuitos e permite que técnicos e engenheiros possam planejar suas manobras de modo rápido.

Inicialmente foi percorrido pelo estagiário juntamente com um profissional qualificado toda a Unidade 01, localizando os quadros de baixa/média tensão para identificar as cargas. Depois de feita a identificação, verificou-se que o diagrama existente estava desatualizado. Como na Moura ocorre frequentemente alterações de cargas, esse diagrama deve ser atualizado periodicamente. Na Figura 11 pode-se ver uma aproximação da imagem referente a atualização do sistema elétrico da Moura - Unidade 01. As principais alterações foram com relação a entrada e saída de cargas. O diagrama geral encontra-se no Anexo A.

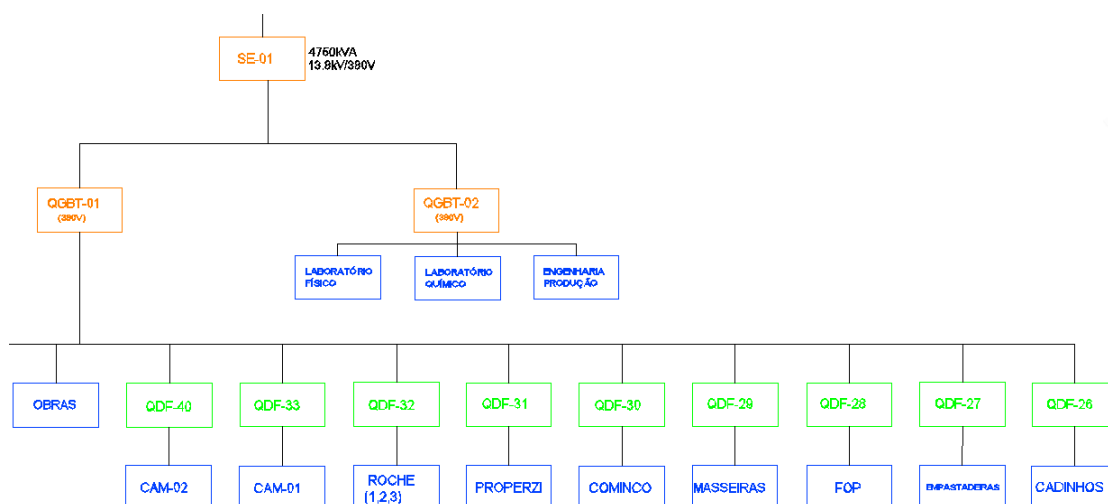


Figura 11 – Parte do mapeamento do sistema elétrico da Moura - Unidade 01.

O esquema unifilar geral da Unidade 01 foi construído através de um mapeamento dos principais quadros elétricos entre as subestações e as cargas finais. Para facilitar a representação desses quadros em um diagrama unifilar, utilizou-se a simbologia apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Lista de siglas para representação dos quadros elétricos.

Tag	Significado	Tensão
QGMT	Quadro geral de média tensão	13.8kV
QGBT	Quadro geral de baixa tensão	380/440V
QDF	Quadro de distribuição de força	380V
QIL	Quadro de iluminação	220V

Todas as principais cargas foram consideradas, bem como os quadros elétricos até a subestação principal (SE-69). Os quadros que ficam dentro das subestações receberam um tag de cor laranja, indicando que apenas os funcionários da AG Serviços, empresa responsável pela operação e manutenção das subestações da Moura, podem operá-los. De forma semelhante, os quadros que ficam expostos ao longo da planta industrial receberam um tag verde, indicando que apenas os eletricitistas da Moura podem operá-los.

Em uma segunda etapa foi realizado a localização dos quadros e das subestações no plano diretor da Moura. Cada quadro foi colocado no seu devido local facilitando seu acesso principalmente para funcionários novatos. A Figura 12 ilustra a localização dos quadros em um trecho do plano diretor da Unidade 01. Devido a informações sigilosas da empresa não se pode divulgar o plano diretor completo.

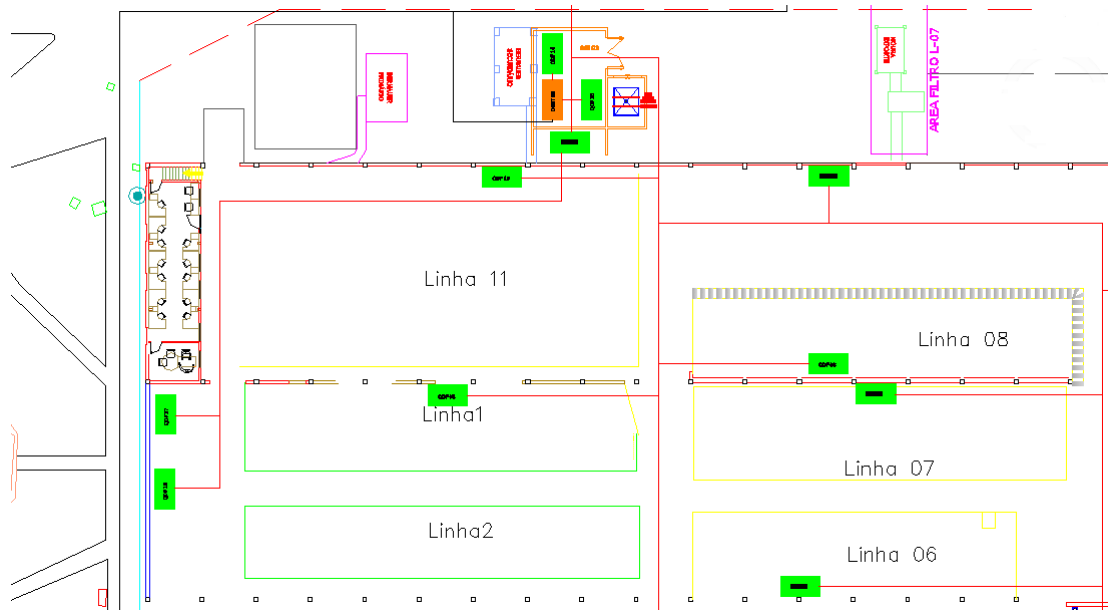


Figura 12 – Trecho da localização dos quadros de média/baixa tensão no plano diretor da Unidade 01.

Com o objetivo de detalhar cada vez mais o sistema elétrico da Unidade 01, foi realizado pelo estagiário o desenho da planta baixa das subestações SE-08 e SE-03 como se pode ver nas Figuras 13 e 14. Na Unidade 01 atualmente existem nove subestações (SE's) em funcionamento, ficando para um trabalho futuro o desenho das plantas das SE's que restaram.

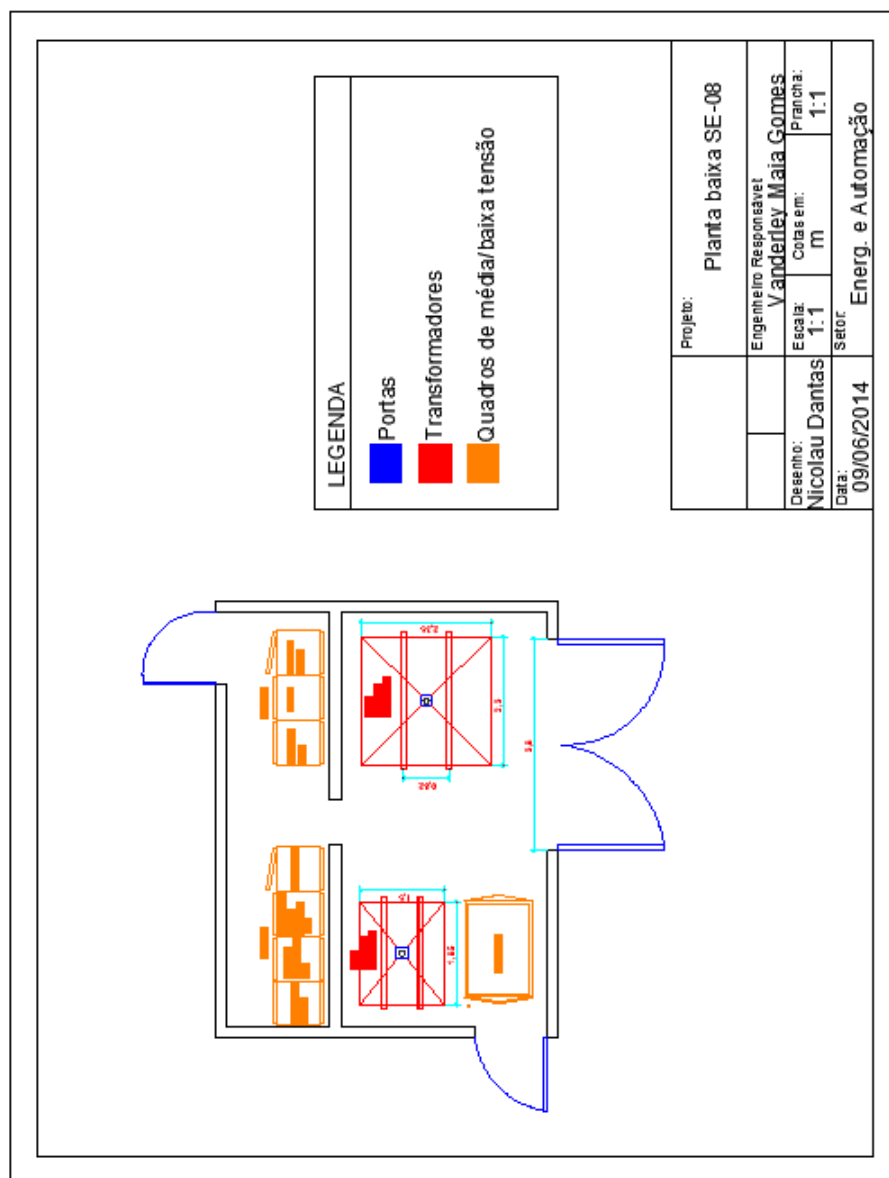


Figura 13 – Planta baixa da SE-08.

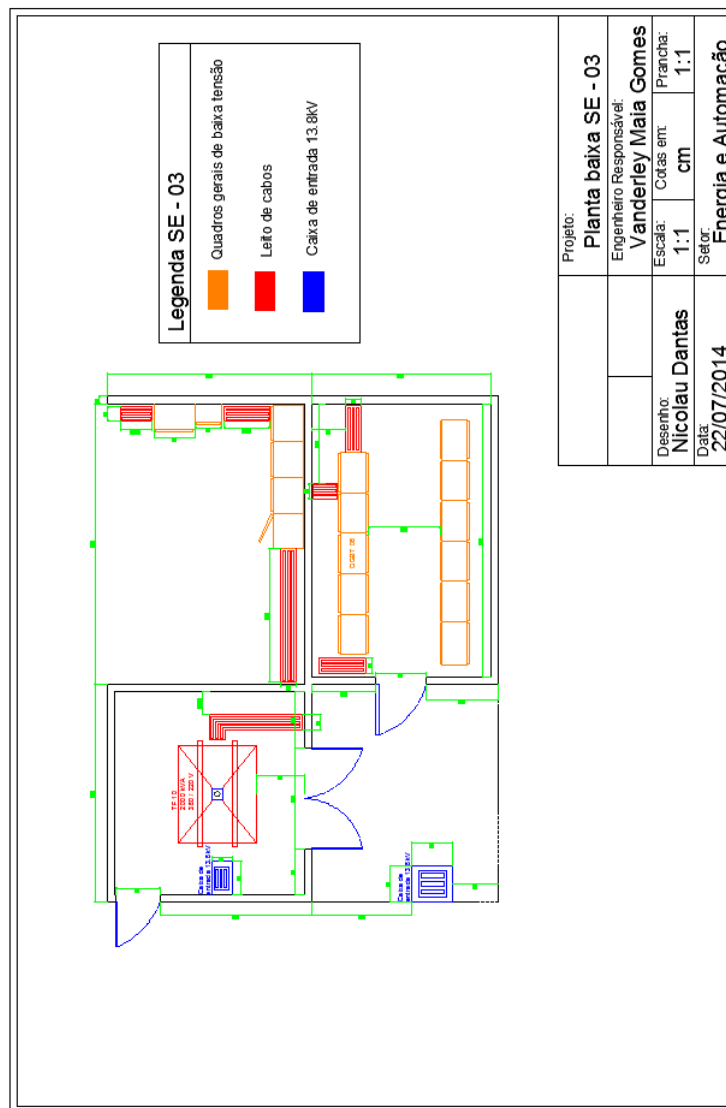


Figura 14 – Planta baixa da SE-03.

### 4.3 Monitoramento e Manutenção das Subestações

A planta elétrica da Unidade 01 possui nove subestações abaixadoras ativas, sendo uma de  $69kV/13,8kV$ , quatro de  $13,8kV/380V$  e quatro de  $13,8kV/440V$  como se pode ver na Tabela 3.

Tabela 3 – Subestações ativas da unidade 01.

SE	Cargas Principais	Especificação
SE69	Moura Unidade 01	10/12, 5MVA – 69kV/13, 8kV
SE69	Sala de comando da SE69	45kVA – 13, 8kV/380V
SE01	UGB01	2000kVA – 13, 8kV/380V
SE01	Laboratórios e Engenharia	750kVA – 13, 8kV/380V
SE02	UGB4 - Formação (Seção 03)	1500kVA – 13, 8kV/440V
SE02	UGB4 - Formação (Seção 04)	750kVA – 13, 8kV/380V
SE02	UGB4 - Formação (Seção 02 e 03)	2000kVA – 13, 8kV/440V
SE03	Montagem (UGB2 e UGB3), Administrativo, Financeiro e Compras	2000kVA – 13, 8kV/380V
SE05	UGB4 - Formação Seção 05	2000kVA – 13, 8kV/440V
SE06	Acabamento	750kVA – 13, 8kV/380V
SE07	UGB4 - Formação Seção 06	2000kVA – 13, 8kV/440V
SE08	Compressores	1000kVA – 13, 8kV/380V
SE08	Estufas - UGB01	2000kVA – 13, 8kV/380V
SE09	Seção 07	750kVA – 13, 8kV/380V
SE09	Seção 07	2000kVA – 13, 8kV/440V
SE09	Seção 07	2000kVA – 13, 8kV/440V

O trabalho realizado dentro das subestações foi importante para o enriquecimento prático sobre os sistemas de potência. Todas as ações foram executadas sempre com o apoio da AG Serviços, empresa responsável pela manutenção das subestações da Unidade 01.

A principal atividade desenvolvida era o acompanhamento das manutenções nos transformadores de potência, nos bancos de capacitores, e qualquer outro equipamento que apresentasse problemas. Abaixo segue imagem da manutenção em um banco de capacitores realizado na SE02 devido a ocorrência de um curto circuito.





Figura 15 – Manutenção em banco de capacitores na SE02.

Outra atividade desenvolvida era o acompanhamento das termografias nos equipamentos das subestações para verificação de superaquecimento ou pontos quentes. Na Figura 16 ilustra uma termografia realizada no transformador de  $1000kVA$  da SE08.

A Termografia constitui uma poderosa ferramenta preditiva usada no diagnóstico precoce de falhas e outros problemas em componentes elétricos em geral, evitando assim, panes e interrupções de energia nas instalações de interesse do usuário. É uma técnica de inspeção não destrutiva que se fundamenta na detecção e interpretação da radiação térmica emitida pelos equipamentos inspecionados, permitindo exame e a avaliação dos seus componentes sem a necessidade de qualquer contato físico com os mesmos. Os resultados são apresentados instantaneamente, durante a inspeção, na forma de imagens térmicas ou termogramas e como tal registrados para fins das subsequentes providências (imediatas ou não), por parte dos interessados e posterior arquivamento. Portanto, por sua característica básica, a Termografia integra-se perfeitamente aos programas de Manutenção Preditiva de redes e instalações elétricas em geral, painéis, subestações, motores elétricos, etc.

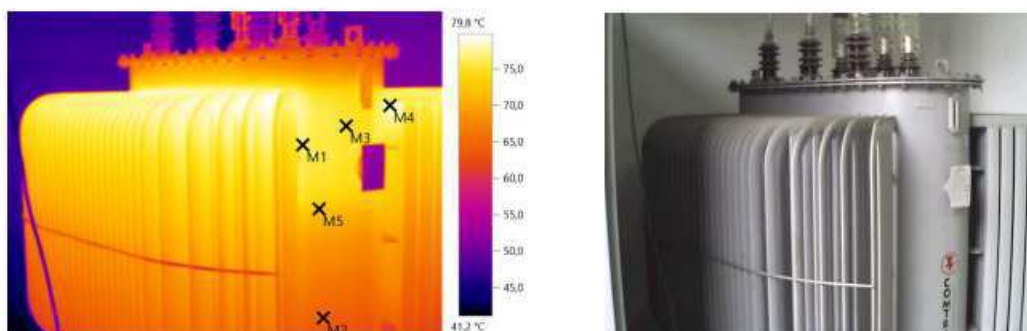


## Trafo 1000kVA SE08

Ficheiro:  
IV\_00007.BMT

Data:  
12/02/2015

Hora:  
14:17:59



### Definições da imagem:

Emissividade: 0,95  
Temp. refl. [°C]: 20,0

### Marcações da imagem:

Objectos de medição	Temp. [°C]	Emiss.	Temp. refl. [°C]	Comentários
Ponto de medição 1	76,3	0,95	20,0	-
Ponto de medição 2	64,2	0,95	20,0	-
Ponto de medição 3	75,2	0,95	20,0	-
Ponto de medição 4	78,6	0,95	20,0	-
Ponto de medição 5	72,5	0,95	20,0	-

Figura 16 – Termografia no Trafo de 1000kVA da SE08.

No caso de instalações e equipamentos elétricos, a inspeção termográfica visa a identificação e avaliação daqueles componentes com temperaturas de funcionamento significativamente superiores às temperaturas especificadas pelos fabricantes. A elevação anormal das temperaturas de funcionamento de alguns componentes elétricos se deve, principalmente, a um aumento de resistência ôhmica provocado por oxidação, corrosão, falta de contato em conexões e acoplamentos, ou pelo subdimensionamento de condutores e/ou componentes (sobrecarga). Isto faz com que os componentes sobreaquecidos (defeituosos) destaquem-se, na imagem térmica, como "pontos quentes", pois encontram-se numa temperatura que, além de superior à temperatura ambiente, situa-se também acima daquela esperada para componentes idênticos em boas condições de funcionamento.

Depois de realizada a termografia nos equipamentos elétricos, comparava-se os valores obtidos com os de referência encontrados em Normas. A Tabela 4 encontra-se alguns valores de referência. Caso fosse encontrado algum ponto quente, elaborava-se um plano de ação como por exemplo: reaperto e limpeza das conexões, para pontos quentes encontrados em conexões de bucha de alta e baixa tensão em transformadores.

Tabela 4 – Temperatura máxima admissível para o componente, valores típicos.

Trafo a óleo	Valor típico °C
Corpo	80
Conexões	90
Conexões mediante parafusos	90
Conexões e barramentos de baixa tensão	90
Conexões de linha de transmissão aérea	70
Conexões recobertas de prata ou níquel	90

Além do acompanhamento das manutenções e termografias, era feito também o monitoramento do consumo de energia de cada subestação. Sabe-se que o acompanhamento do consumo através das contas de energia às vezes não é suficiente para um melhor conhecimento de como a eletricidade é consumida nos diversos equipamentos instalados, qual a participação de cada um no consumo da empresa e sua influência sobre o valor da conta. Nesses casos se torna necessário um acompanhamento mais frequente, diário ou semanal, através da leitura direta dos medidores de consumo.

A instalação de medidores em diversos locais, como seções, galpões, circuitos ou até máquinas em uma indústria, permite acompanhar não só o consumo de eletricidade, como também fornecer informações que possibilitem determinar a forma de como a energia é consumida. É, também, fundamental para priorizar os pontos a serem atacados e identificar as ações a serem empregadas para a redução do consumo.

Para o acompanhamento do consumo de energia das subestações, era utilizado o software de Sistema de Supervisão da Energia Elétrica (SSEE) desenvolvido pelo engenheiro Vanderley Maia Gomes em C sharp. Esse software é capaz de efetuar análises das leituras existentes, traçando curvas de: potências, tensões, correntes, fator de potência, demanda registrada, consumo de energia entre outros. As Figuras 17 e 18 abaixo ilustram o funcionamento desse software.

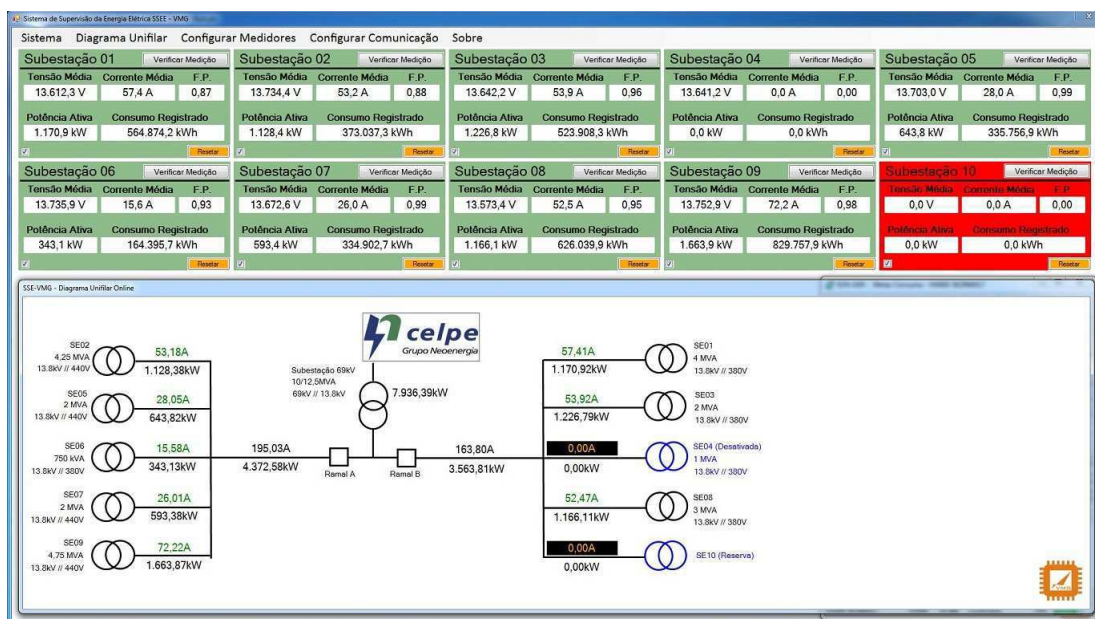


Figura 17 – Interface de apresentação do SSEE na unidade 01 da Acumuladores Moura, Belo Jardim – PE.

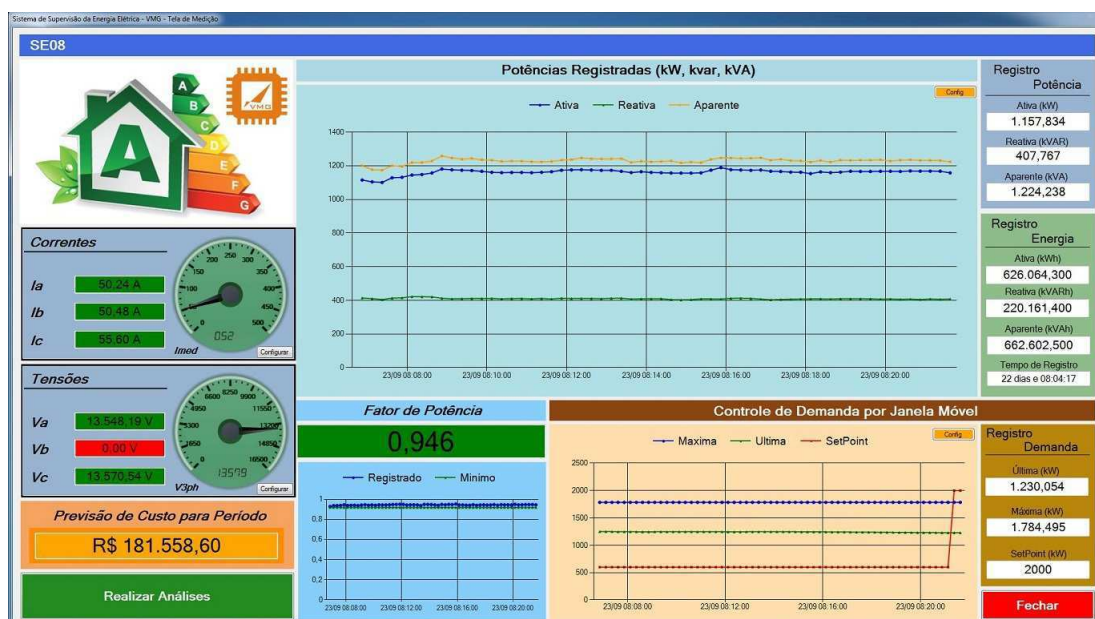


Figura 18 – Interface da subestação 08 que registra dados de potências, demanda, fator de potência entre outros.

A Figura 17 mostra o diagrama unifilar das subestações presentes na Unidade 01 da Acumuladores Moura, juntamente com as medições de tensão média, corrente média, fator de potência, potência ativa e consumo registrado de cada subestação.

A partir da interface de apresentação é possível fazer uma análise mais detalhada escolhendo algumas funções específicas no software, como por exemplo, a análise de apenas

uma subestação. Na Figura 18 acima ilustra o monitoramento feito na SE 08 onde é apresentado, por exemplo, a previsão de custo para o período e registro de demanda.

## 4.4 Supervisão do Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01

### 4.4.1 Etapa: Iluminação e Tomadas de Serviço

#### 4.4.1.1 Descrição do Projeto

O projeto elétrico do novo galpão da UGB-01 foi desenvolvido pela empresa de consultoria N2A Engenharia para atender ao sistema de iluminação e tomadas. Esse galpão, doravante denominado de ngUGB-01 possui 03 ambientes com pés direitos diferenciados, isto é, no piso 1(11,5m) e (4,7m), no piso 2(5,6m) e no piso 3(9m). Para cada piso foi desenvolvido um projeto luminotécnico em função do pé direito, determinando assim o número de luminárias e para isso foi utilizado o software da lumicenter. Os cálculos encontram-se no anexo D. O projeto tem como critérios principais a ser obtidos:

- Iluminação: atingir um iluminamento médio de 500 lux num plano de trabalho de 0,80m. Utilizando luminárias industriais, com lâmpadas de vapor metálico ou vapor de sódio corrigida e proteções em vidro temperado.
- Tomadas: disponibilizar caixas plásticas com grau de proteção IP67 com tomadas trifásicas e monofásicas, a fim de facilitar as intervenções na planta que precisem usar ferramentas e equipamentos elétricos.

As Luminárias utilizadas serão iguais em todos os ambientes, do tipo industrial, com lâmpada de vapor de sódio ou metálico de 400W, reator e ignitor alojado no corpo da luminária e possui proteção inferior em vidro temperado. Dessa luminária sairá um rabicho em cabo flexível de 2,5mm<sup>2</sup> com plugue 2P+T para ser conectado na tomada que será disponibilizada no corpo da eletrocalha.

Também, nesses ambientes serão disponibilizadas caixas com tomadas para permitir a manutenção da planta da fábrica ou serem efetuadas ligações temporárias, porém seguras. Para as caixas de tomadas optou-se pelo padrão STECK com 02 tomadas trifásicas, sendo 01 de 32A (3P-N+T), 01 de 16A (3P-N+T), e 02 tomadas monofásicas (2P+T), padrão NBR.

A infraestrutura eletromecânica será conforme apresentada nos desenhos (Anexo B) e será constituída de eletrocalhas galvanizadas a fogo, pintadas e aterradas. Teremos 02 tamanhos de eletrocalhas, uma com largura de 0,50m e será a eletrocalha principal saindo da subestação 01 e que acomodará os cabos alimentadores dos circuitos, da iluminação e tomadas, em parte, ficando uma reserva de espaço para acomodar alimentadores futuros.



A outra eletrocalha(secundária), terá uma largura de  $0,30m$  e servirá exclusivamente para circuitos de iluminação e tomadas, essa eletrocalha será derivada da eletrocalha principal e se interligará com os quadros de iluminação e tomadas dispostos nos diversos ambientes. Haverá 02 eletrocalhas principais: Uma no piso 3 que será derivada de um T que sai da eletrocalha que vem da subestação, entra no QDILT3 e sai para o interior do ambiente do piso 3 a fim de distribuir os circuitos de iluminação e tomadas, outra no piso 1 que entrará no QDILT1, QDILT1.1 derivado do QDILT1 e dessa mesma calha do piso 1 derivará a eletrocalha do piso 2 para o QDILT2, complementa-se a essas eletrocalhas o uso de perfilados no mesmo padrão. Há possibilidade de se aproveitar a eletrocalha que já sai da subestação 01 e tem o seu lado esquerdo praticamente vazio e daí pode derivar para o novo galpão pelo lado de dentro.

Os circuitos alimentadores sairão de um disjuntor de  $400A$  marca soprano, reserva existente na nova subestação 01, para chaves seccionadoras NH a serem colocados no QGBT da SE-01 conforme diagrama unifilar (Anexo B) e neste mesmo diagrama unifilar constam as memórias de cálculo dos alimentadores da iluminação e tomadas e daí seguirão para os disjuntores gerais de cada QDILT onde também estarão os disjuntores dos circuitos de iluminação e tomadas e QDILT secundários.

Todos os cabos alimentadores e de circuitos serão para  $1kV$  de isolamento. O aterramento do circuito será derivado do BEP (barramento da subestação), por sua vez, esse BEP se interligará com a malha de terra de reforço a ser construída entre o muro de arrimo e a frente do novo galpão abaixo da subestação 01.

#### 4.4.1.2 Execução do Projeto

Iniciou os trabalhos dia 10 de julho de 2014, a empresa contratada para executar os serviços foi a Metrodata, que é uma empresa especializada para execução de projetos elétricos.

A primeira etapa foi realizar a infraestrutura eletromecânica do piso 1. Foi colocado as eletrocalhas, perfilados, parte das luminárias, fiação e quadros elétricos. Na Figura 19 ilustra os trabalhos de montagem da infraestrutura. Depois de terminado boa parte das atividades no piso 1, começou as mesmas atividades no piso 2.



Figura 19 – Montagem de eletrocalhas, perfilados e quadros elétricos nos pisos 1 e 2 - Projeto elétrico do novo galpão da UGB-01.

Até a presente data (20/02/2015) não tinha concluído a infraestrutura por completo. Falta iniciar as atividades no piso 3 e terminar alguns detalhes no piso 1 e 2. Os principais motivos de atraso na execução do projeto foram:

- atraso de material por causa de fornecedores – 80%;
- difícil acesso a locais - 20%.

#### 4.4.2 Etapa: Malha de Aterramento e SPDA

##### 4.4.2.1 Descrição do Projeto

O projeto do SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas) do Novo Galpão UGB-01 da ACUMULADORES MOURA S.A., utilizará como método de proteção a Gaiola de Faraday. O galpão formado por uma estrutura metálica será usado como uma gaiola de Faraday natural assim como as descidas através de seus pilares metálicos, conforme item ( 5.1.2.5 ) pág (7), da norma NBR 5419:2005, pois a mesma encontra-se toda interligada até a sua base através de suas armações e treliça. Acima do telhado encontram-se vários grampos de fixação das telhas de fibrocimento que estão expostos cerca de 10cm acima, tornando-se dessa forma captadores naturais conforme item (5.1.1.4.1) da NBR – 5419:2005 e serão adicionados ainda sobre o telhado do galpão 03 mastros

de 3m de altura com capttores FRANKLIN, estes mastros terão sua base interligada a estrutura metálica da cobertura através de abraçadeiras metálicas e parafusos. As descidas serão executadas através de conexão de um cabo de cobre nu de  $16mm^2$  com conectores de pressão na estrutura metálica lateral do galpão e será protegido por eleroduto de pvc, este por sua vez será ligado as hastes de 5/8" por 2,40m de aterramento paralela a seus pilares metálicos através de solda exotérmica de forma a garantir a conexão da estrutura metálica com o solo. Deverá ser instalado também um anel inferior em cabo de cobre nu enterrado a no mínimo 30cm de profundidade contornando todo o galpão e interligando-se as hastes e a malha de aterramento.

Com relação a malha de aterramento, o condutor adotado será de  $50mm^2$ , enterrado a 30cm do solo e conectado ao barramento de terra do painel da malha da subestação por cabo de  $95mm^2$  através de solda exotérmica, interligado ao anel de aterramento (cabo de  $50mm^2$ ) do SPDA (ver detalhes de planta e cálculos nos Anexos E, C, F e G).

#### 4.4.2.2 Execução do Projeto

Os trabalhos dessa etapa foi inicializado dia 05 de outubro de 2014. Foi colocado primeiro os capttores Franklin, em seguida realizou as interligações com a estrutura metálica, depois foi feita a malha de terra e por último o anel inferior. Todas as etapas foram concluídas em 17 de novembro de 2014.

## 4.5 Elaboração de Projetos de Instalações Elétricas

Para a realização dos projetos de instalações elétricas no decorrer do estágio, foi necessária uma base teórica obtida em disciplinas como Sistemas Elétricos, Instalações Elétricas e Laboratório de Instalações Elétricas.

A primeira atividade realizada com relação a essa etapa foi o estudo das Normas regulamentadoras. As Normas estudadas foram:

- NBR 5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão, da ABNT;
- NBR 5413 Iluminância de Interiores, da ABNT;
- SM01.00-00.001 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição a Edificações Individuais, da Celpe;
- SM01.00-00.002 Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de Uso Coletivo, da Celpe;
- SM01.00-00.004 Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição Classe 15kV, da Celpe.



Para o desenvolvimento dos projetos elétricos foi necessário a utilização de alguns softwares como o Microsoft Excel e AutoCAD.

Depois que o estudo das normas ((2), (4), (5), (6) e (7)) foi encerrado, iniciou-se as atividades relativas à elaboração dos projetos. Neste tópico serão descritos os principais projetos realizados durante o período de estágio. Os projetos desenvolvidos foram o do Setor da ETE e o do Setor de Energia e Automação.

#### 4.5.1 Projeto de Iluminação e Tomadas - Setor da ETE

O setor da ETE é composto por 4 (quatro) salas, 1 (um) escritório, 2 (dois) laboratórios e um (1) almoxarifado.

Inicialmente foram analisadas as plantas baixas e cortes provenientes do projeto arquitetônico. Em conjunto com as normas, definiu-se a localização dos pontos de iluminação e de tomadas. A Figura 20 ilustra a planta baixa do Setor da ETE com os pontos de iluminação e tomadas.



## 4.5.1.1 Divisão dos Circuitos

Depois de determinados os pontos de luz e de tomada, foi realizada a separação da instalação por circuitos elétricos, onde cada um possui o seu próprio condutor neutro.

As tomadas devem pertencer a circuitos diferentes dos circuitos de iluminação (2). Já aparelhos como ar-condicionado, estufas ou equipamentos equivalentes, que possuem corrente nominal maior que 10A devem pertencer a circuitos exclusivos (8) e (9).

Após a divisão dos circuitos, elaborou-se o quadro de cargas para as salas, com o auxílio de uma planilha eletrônica no software Microsoft Excel. Com o preenchimento das células com a quantidade de tomadas, lâmpadas, ar-condicionado e etc., o Excel calculava a carga total. Os quadros com as potências das cargas podem ser vistos nas Tabelas abaixo.

Tabela 5 – Potência iluminação - Setor da ETE.

<b>Dependência</b>	<b>Área <math>mm^2</math></b>	<b>Potência de Iluminação VA</b>
Almoxarifado	7,4	160
Escritório	8,8	160
Laboratório 1	8,4	160
Laboratório 2	8,4	160

Tabela 6 – Quantidade de tomadas - Setor da ETE.

<b>Dependência</b>	<b>Perímetro <math>mm</math></b>	<b>TUG's</b>	<b>TUE's</b>
Almoxarifado	11	4	0
Escritório	11,9	4	1
Laboratório 1	11,7	7	3
Laboratório 2	11,7	9	1

Tabela 7 – Previsão de cargas - Setor da ETE.

<b>Dependência</b>	<b>PTUG's (VA)</b>	<b>PTUE's (VA)</b>
Almoxarifado	3x600 + 1x100	0
Escritório	3x600 + 1x100	1x1600 (Ar condicionado)
Laboratório 1	3x600 + 4x100	1x1600 (Ar condicionado) + 1x1600 (Ar condicionado) + 1x1700 (Estufa) + 1 x 800 (Incubadora)
Laboratório 2	5x600+4x100	1x1600 (Ar condicionado)

Tabela 8 – Dimensionamento dos cabos e disjuntores -  
Setor da ETE.

Nº	Circuito	Local	Corrente(A)	Bitola(mm <sup>2</sup> )	Disjuntor(A)
1	Iluminação	Almox.	0,73	1,5	16
2	TUG's	Almox.	8,64	2,5	16
3	Iluminação	Escr.	0,73	1,5	16
4	TUG's	Escr.	8,63	2,5	16
5	TUE's (Ar cond.)	Escr.	7,27	2,5	16
6	Iluminação	Lab.01	0,73	1,5	16
7	TUG's	Lab.01	10	2,5	16
8	TUE's (Ar cond.)	Lab.01	7,3	2,5	16
9	TUE's (Estufa)	Lab.01	7,7	2,5	16
10	TUE's (Incubadora)	Lab.01	3,63	2,5	16
11	Iluminação	Lab.02	0,73	1,5	16
12	TUG's	Lab.02	15,45	2,5	20
13	TUE's	Lab.02	7,27	2,5	16
14	Geral	Escr.	26,34	10	50

Quanto ao dimensionamento do cabo, utilizou-se a norma NBR 5410. A instalação dos condutores será feita através de eletrocalhas, conforme a Figura 21.

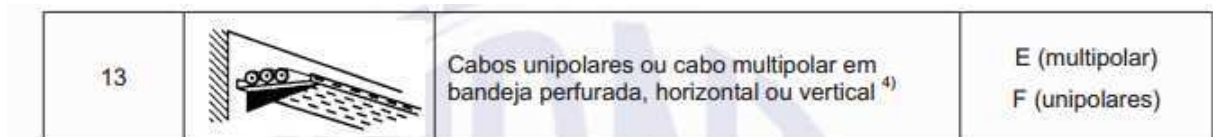


Figura 21 – Parte da norma NBR 5410 que foi utilizada no projeto. Fonte: Tirado de (2)

A corrente necessária para alimentar o quadro geral foi calculada com a equação 4.1.

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi \times \eta} \quad (4.1)$$

onde:

$I_p$  - Corrente de projeto do circuito, em (A);

$P_n$  - Potência elétrica nominal do circuito, em (W);

$V$  - Tensão de linha em (V);

$\cos\varphi$  - Fator de potência;

$\eta$  - Rendimento.

Depois de realizado os cálculos de acordo com (10), a corrente necessária para alimentar o quadro foi de 26,34A. Logo consultando a Figura 22 a bitola adequada seria de 4mm<sup>2</sup> e um disjuntor geral de 34A. Porém foi utilizado um cabo com bitola de 10mm<sup>2</sup> e um disjuntor geral de 50A.

**Condutores: cobre e alumínio**  
**Isolação: PVC**  
**Temperatura no condutor: 70°C**  
**Temperatura ambiente de referência: 30°C**

Seções nominais dos condutores mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares <sup>1)</sup>				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
	Método E	Método E	Método F	Método F	Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	11	9	11	8	9	12	10
0,75	14	12	14	11	11	16	13
1	17	14	17	13	14	19	16
1,5	22	18,5	22	17	18	24	21
2,5	30	25	31	24	25	34	29
4	40	34	41	33	34	45	39
6	51	43	53	43	45	59	51
10	70	60	73	60	63	81	71
16	94	80	99	82	85	110	97
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480

Figura 22 – Métodos de referência. Fonte: Tirado de (2)

Os circuitos alimentadores sairão de um disjuntor de 63A marca soprano, reserva existente na subestação 02, para um disjuntor geral de 50A colocado no QGBT no setor da ETE conforme diagrama unifilar na Figura 23.

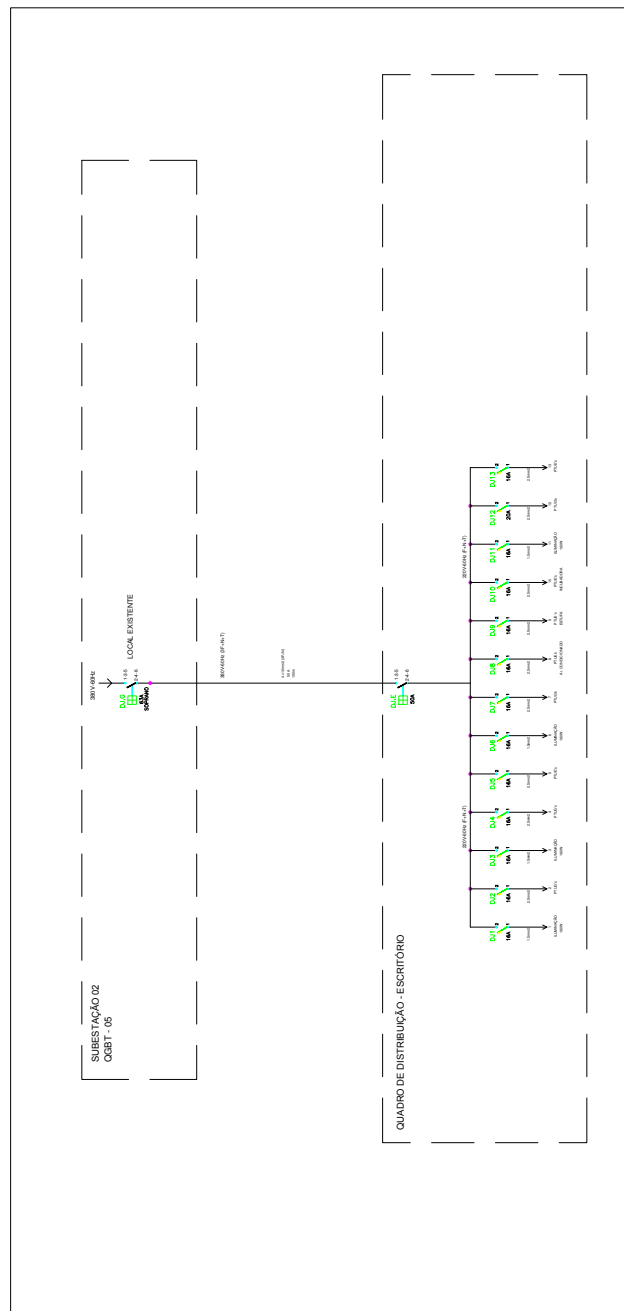


Figura 23 – Diagrama unifilar - Setor da ETE.

#### 4.5.2 Projeto de Iluminação e Tomadas - Setor de Energia e Automação

O setor de Energia e Automação é composto por 3 (três) salas, sendo uma para a chefia, uma para a automação e uma para a manutenção elétrica.

Foi realizado os mesmos procedimentos feito no projeto de iluminação e tomadas para o setor da ETE, inicialmente verificou as plantas baixas e em conjunto com as Normas, definiu-se a localização dos pontos de iluminação e tomadas. A Figura 24 ilustra a planta baixa do Setor de Energia e Automação com os pontos de iluminação e tomadas.

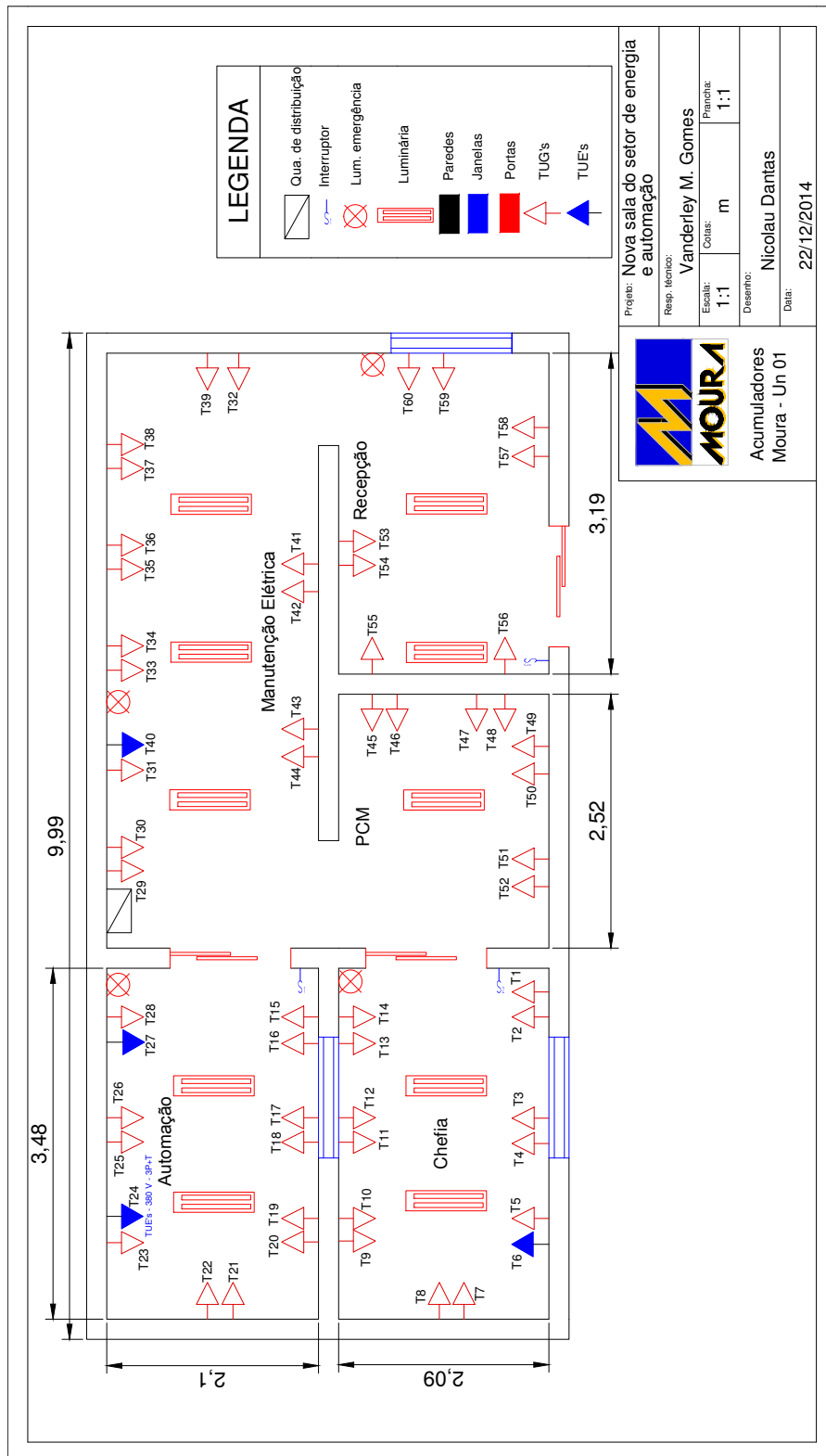


Figura 24 – Planta baixa do setor de Energia e Automação - Pontos de Iluminação e Tomadas.

## 4.5.2.1 Divisão dos Circuitos Elétricos

Depois de determinados os pontos de luz e de tomada, foi realizada a separação da instalação por circuitos elétricos, onde cada um possui o seu próprio condutor neutro.

Após a divisão dos circuitos, elaborou-se o quadro de cargas para as salas, que podem ser vistos nas Tabelas abaixo.

Tabela 9 – Potência iluminação - Setor Energia e Automação.

<b>Dependência</b>	<b>Área <math>mm^2</math></b>	<b>Potência de Iluminação VA</b>
Chefia	7,3	224
Automação	7,3	224
Manutenção	25,8	664

Tabela 10 – Quantidade de tomadas - Setor Energia e Automação.

<b>Dependência</b>	<b>Perímetro <math>mm</math></b>	<b>TUG's</b>	<b>TUE's</b>
Chefia	11,2	13	1
Automação	11,2	12	2
Manutenção	20,5	31	1

Tabela 11 – Previsão de cargas - Setor Energia e Automação.

<b>Dependência</b>	<b>PTUG's (VA)</b>	<b>PTUE's (VA)</b>
Chefia	3x600 + 10x100	1x1200 (Ar cond.)
Automação	3x600 + 9x100	1x1600 (Ar cond.) + 1x6500 (3P + T)
Manutenção	3x600 + 28x100	1x3200 (Ar cond.)



Tabela 12 – Dimensionamento dos cabos e disjuntores -  
Setor Energia e Automação.

Nº	Circuito	Local	Corrente(A)	Bitola(mm <sup>2</sup> )	Disjuntor(A)
1	Iluminação	Chef.	1,02	2,5	16
2	TUG's	Chef.	12,73	2,5	25
3	TUE's (Ar cond.)	Chef.	5,45	2,5	16
4	Iluminação	Autom.	1,01	2,5	16
5	TUG's	Autom.	12,27	2,5	25
6	TUE's (Ar cond.)	Autom.	5,45	2,5	16
7	TUG's (3P + T)	Autom.	9,87	2,5	16
8	Iluminação	Manut.	3,01	2,5	16
9	TUG's (PCM)	Manut.	4,54	2,5	16
10	TUG's (Man.)	Manut.	7,72	2,5	16
11	TUG's (Rec.)	Manut.	7,72	2,5	16
12	TUE's (Ar cond.)	Manut.	14,54	4,0	20
13	Geral	Manut.	35,42	16,0	50

Quanto ao dimensionamento do cabo, utilizou-se a norma NBR 5410. A instalação dos condutores será feita através de eletrocalhas, conforme a Figura 21.

A corrente necessária para alimentar o quadro geral foi calculada com a equação 4.1. Depois de realizado os cálculos de acordo com (10), a corrente necessária para alimentar o quadro foi de 35,42A. Logo consultando a Figura 22 a bitola adequada seria de 6mm<sup>2</sup> e um disjuntor geral de 45A. Porém foi utilizado um cabo com bitola de 16mm<sup>2</sup> e um disjuntor geral de 50A. Abaixo segue diagrama unifilar desse projeto.



## 4.6 Acompanhamento do Projeto de Construção da Subestação de 69/13, 8kV da Acumuladores Moura

### 4.6.1 Descrição Sumária do Empreendimento

O empreendimento consiste no fornecimento de uma subestação (SE) de 69/13, 8kV para a Acumuladores Moura, localizado na cidade de Belo Jardim no estado de Pernambuco. A empresa contratada para elaboração e execução do projeto foi a WEG, esta integradora no que concerne às características técnicas e funcionais dos sistemas, equipamentos, materiais e serviços envolvidos que compõem o escopo de fornecimento da SE de 69/13, 8kV.

A SE, no setor de 69kV, tem arranjo barra simples e apresenta a seguinte configuração de vãos:

- um bay de entrada de linha de transmissão em 69kV, que possui um disjuntor (72kV/25kA), uma chave seccionadora manual (72kV) localizada do lado da linha;
- um bay de transformador abaixador 69/13, 8kV com uma chave seccionadora manual (72kV).

O setor de 13, 8kV desta SE também apresenta um arranjo de barra simples com as seguintes configurações de conexões:

- um cubículo de entrada 13, 8kV, que possui um disjuntor extraível (15kV/1250A/31, 5kA);
- cinco cubículos de saída para os alimentadores, que possui um disjuntor extraível (15kV/1250A/31, 5kA);
- uma saída para transformador abaixador para serviços auxiliares 13800/380/220V (45kVA), que possui uma chave seccionadora (15kV/630A) protegida por fusíveis (15kV/4A).

Abaixo segue a planta (vistas) e diagrama unifilar dessa SE, o cronograma preliminar de atividades encontra-se no anexo H. No escopo de fornecimento dessa SE consta também o fornecimento de um transformador 10/12, 5MVA para servir de backup para os TRAFOS presentes nas SE's de 69kV, uma existente na Unidade 01 e a outra seria essa em construção que atenderá as Unidades 04, 05 e 08.

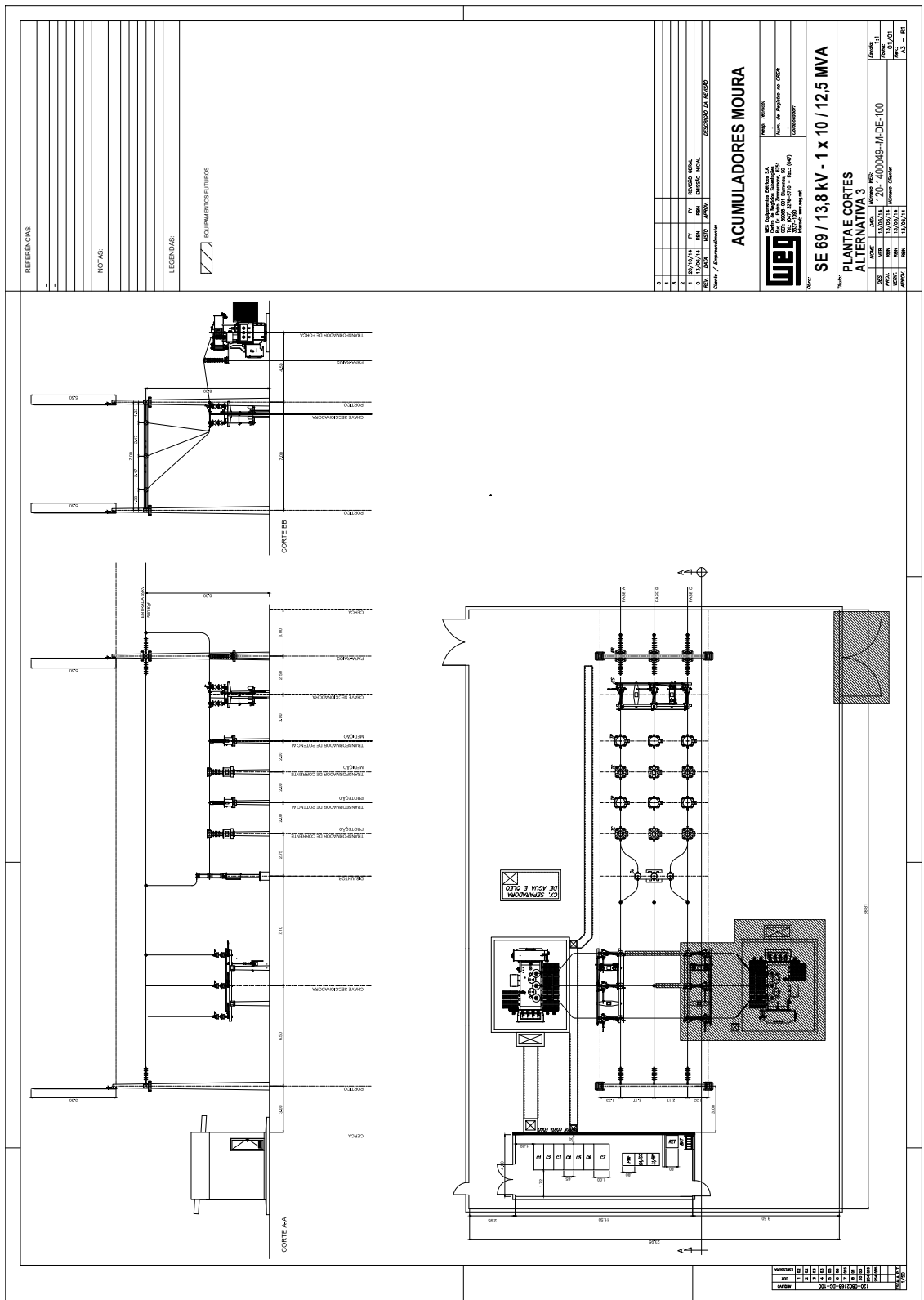


Figura 26 – Planta baixa da SE de 69/13,8 kV.



## 4.6.2 Etapas Concluídas do Projeto

### 4.6.2.1 Etapa 1 - Reuniões

Inicialmente teve uma reunião para definição do escopo do projeto, objetivando atender aos interesses mútuos da Moura e parceria. Depois teve uma reunião com a CELPE para discutir assuntos relacionados a linha de transmissão e dados de curto circuito. Esse último é essencial para elaboração do estudo de seletividade como também no dimensionamento dos equipamentos da subestação. No anexo I segue os dados de curto circuito fornecido pela CELPE juntamente com as orientações da unidade de proteções.

### 4.6.2.2 Etapa 2 - Aprovação do Projeto das Chaves Seccionadoras

As chaves seccionadoras são dispositivos destinados a isolar equipamentos ou zonas de barramentos, ou ainda, trechos de LT's (11).

Os tipos construtivos de chaves estão definidos em diversas Normas. A classificação segundo as Normas é com relação ao tipo de abertura ou ao modo de operação, ou ainda, ao meio de movimentação do contato móvel.

Nas Figuras 28, 29 e 30 segue o projeto das chaves seccionadoras aprovado pela equipe de supervisão da Moura. A chave é do tipo abertura central sem lâmina de terra, e é composta por duas colunas de isoladores, ambas rotativas e ligadas a uma única base. O movimento de abertura e fechamento da lâmina é seccionada em duas partes fixadas ao topo das colunas rotativas, ficando o contato macho na extremidade de uma das partes da lâmina e a fêmea, na outra.

Esse tipo de chave tem montagem horizontal ou vertical, sendo aplicada para isolar equipamentos e circuitos, para desvio ou como chave seletora.









## 5 Conclusão

Neste capítulo tem o propósito de descrever seqüencialmente e de modo conclusivo as principais atividades desenvolvidas no decorrer do estágio curricular do graduando, prestado sob a forma integrada, na empresa Acumuladores Moura S/A, assim como abordar aspectos conclusivos do referido trabalho.

No período correspondente foi adquirida uma visão geral de ordem prática na área de sistemas elétricos, particularmente no tocante a instalações elétricas industriais de média e alta potência, evidenciando a importância da experiência junto ao setor industrial na formação acadêmica de engenharia.

Pode-se destacar que através do convívio e trabalho conjunto com engenheiros e técnicos do setor, consolidou-se fortemente o conhecimento teórico adquirido no curso de graduação, além do contato e sociabilidade oportuna com profissionais de outras áreas.

Destaca-se ainda que o conjunto de atividades foi desenvolvido de modo suficientemente satisfatório no que concerne aos objetivos estabelecidos, com ênfase em trabalhos de projeto, acompanhamento de obras e supervisão de serviços, os quais justificaram plenamente o investimento no estágio curricular.

Sob o aspecto prático e em face da normalização em vigência, evidenciou-se a não uniformização do prontuário das instalações elétricas existentes, em alguns setores da empresa, razão pela qual procedeu-se à devida atualização de diagramas unifilares, principalmente no tocante aos quadros de comando e proteção de média tensão, desativação de transformadores e eventuais mudanças em pontos de disjunção.

Tais procedimentos, além de possibilitar a aquisição de informações sobre a organização e potenciais manutenções das instalações existentes, garantiriam a implementação de medidas de prevenção de faltas e controle operacional sobre o sistema elétrico da empresa.

Relativamente as demais atividades realizadas, constatou-se a real necessidade do acompanhamento efetivo dos principais elementos do circuito de potência da instalação, sobretudo levando em consideração as nove plantas abaixadoras da empresa. No âmbito do monitoramento e prevenção do sistema, constatou-se a necessidade de utilização dos recursos de termografia e atualização do consumo, em tempo real, como forma de melhor adequar a vida útil dos equipamentos à racionalidade de sua utilização.

Sob o ponto de vista do embasamento acadêmico, ficou evidenciada a importância de disciplinas como sistemas e equipamentos elétricos de potência, as quais fundamentaram a realização das atividades desenvolvidas. De um modo particular, constata-se a

---

carência, sob o aspecto curricular, de conteúdos programáticos englobando assuntos relacionados à gestão de pessoal, elaboração de projetos e conceitos técnico-econômicos afins. Neste sentido, a adoção de disciplinas que abordem estas temáticas, mesmo que de forma optativa, configura-se como de fundamental importância para a formação discente em engenharia.

# Referências

- 1 PEREIRA J. LIRA, A. Baterias automotivas. 2012. Citado na página 8.
- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão*. Rio de Janeiro, 2001. Citado 5 vezes nas páginas 8, 26, 28, 29 e 30.
- 3 EMPREGO, M. do Trabalho e. *NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*. [S.l.], 2004. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 11.
- 4 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 5413: Iluminância de Interiores*. Rio de Janeiro, 1992. Citado na página 26.
- 5 CELPE. *Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição a Edificações Individuais - SM01.00-00.001*. Pernambuco, 2014. Citado na página 26.
- 6 CELPE. *Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de Uso Coletivo - SM01.00-00.002*. Pernambuco, 2013. Citado na página 26.
- 7 CELPE. *Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição Classe 15 kV - SM01.00-00.004*. Pernambuco, 2014. Citado na página 26.
- 8 CREDER, H. *Instalações Elétricas*. 15a. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. Citado na página 28.
- 9 FILHO, J. M. *Instalações Elétricas Industriais*. 6a. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. Citado na página 28.
- 10 CAVALIN, G.; CERVELIN, S. *Instalações Elétricas Prediais*. 14a. ed. São Paulo: Érica, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 34.
- 11 FILHO, J. M. *Manual de Equipamentos Elétricos*. 3a. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. Citado na página 39.

# Anexos

# ANEXO A – Sistema elétrico da Moura - Unidade 01



# ANEXO B – Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01







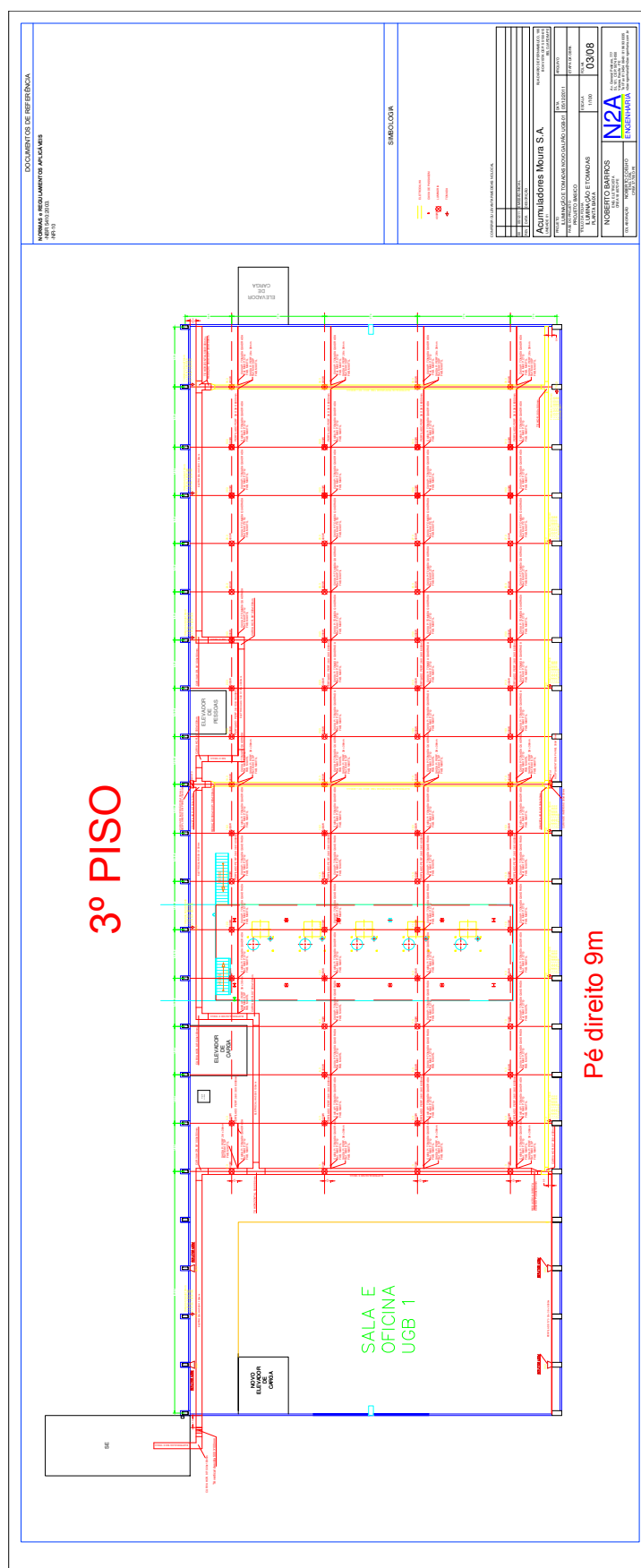


Figura 34 – Planta baixa do piso 3 - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01.

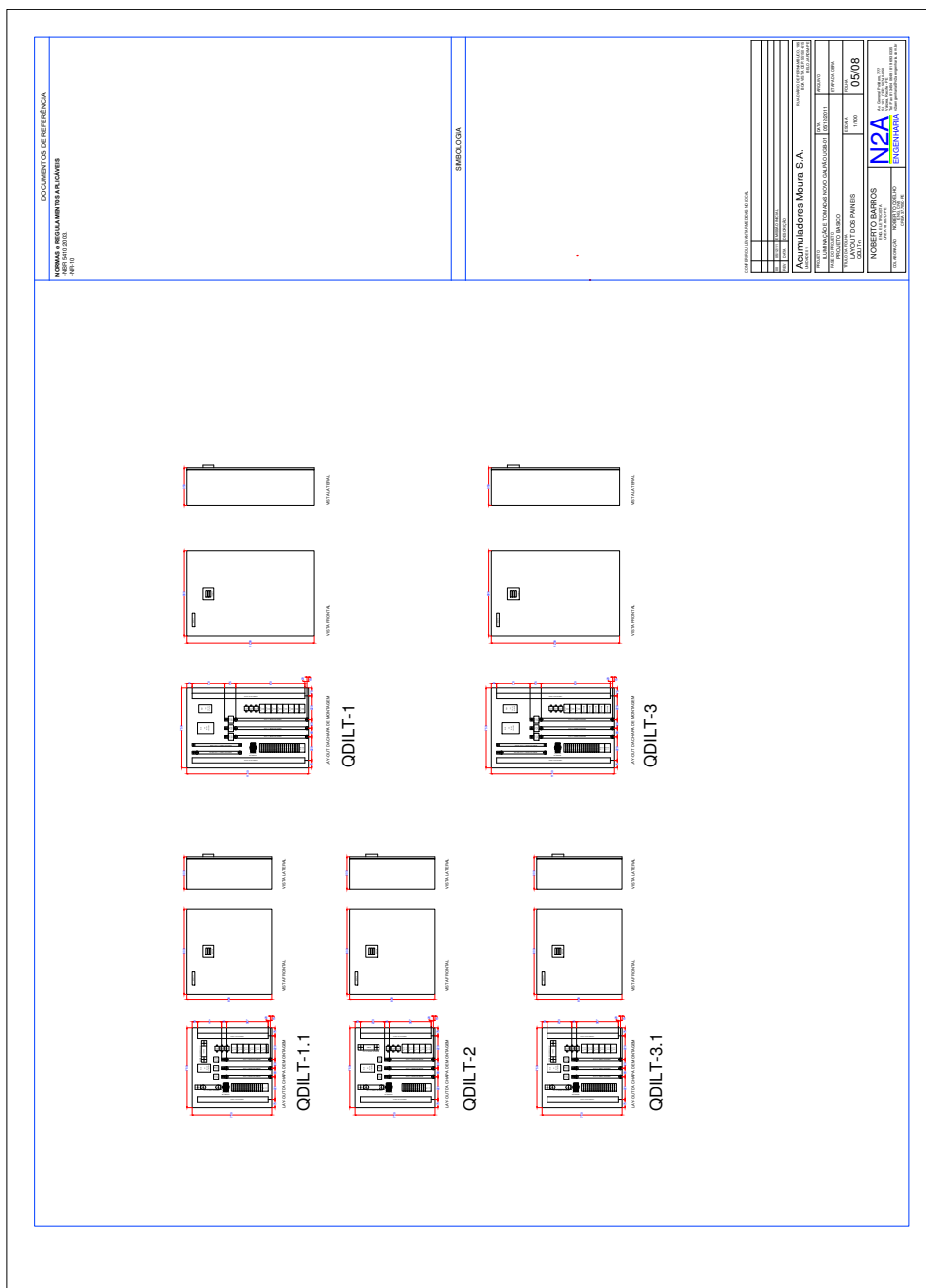


Figura 35 – Desenho dos quadros elétricos - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01.



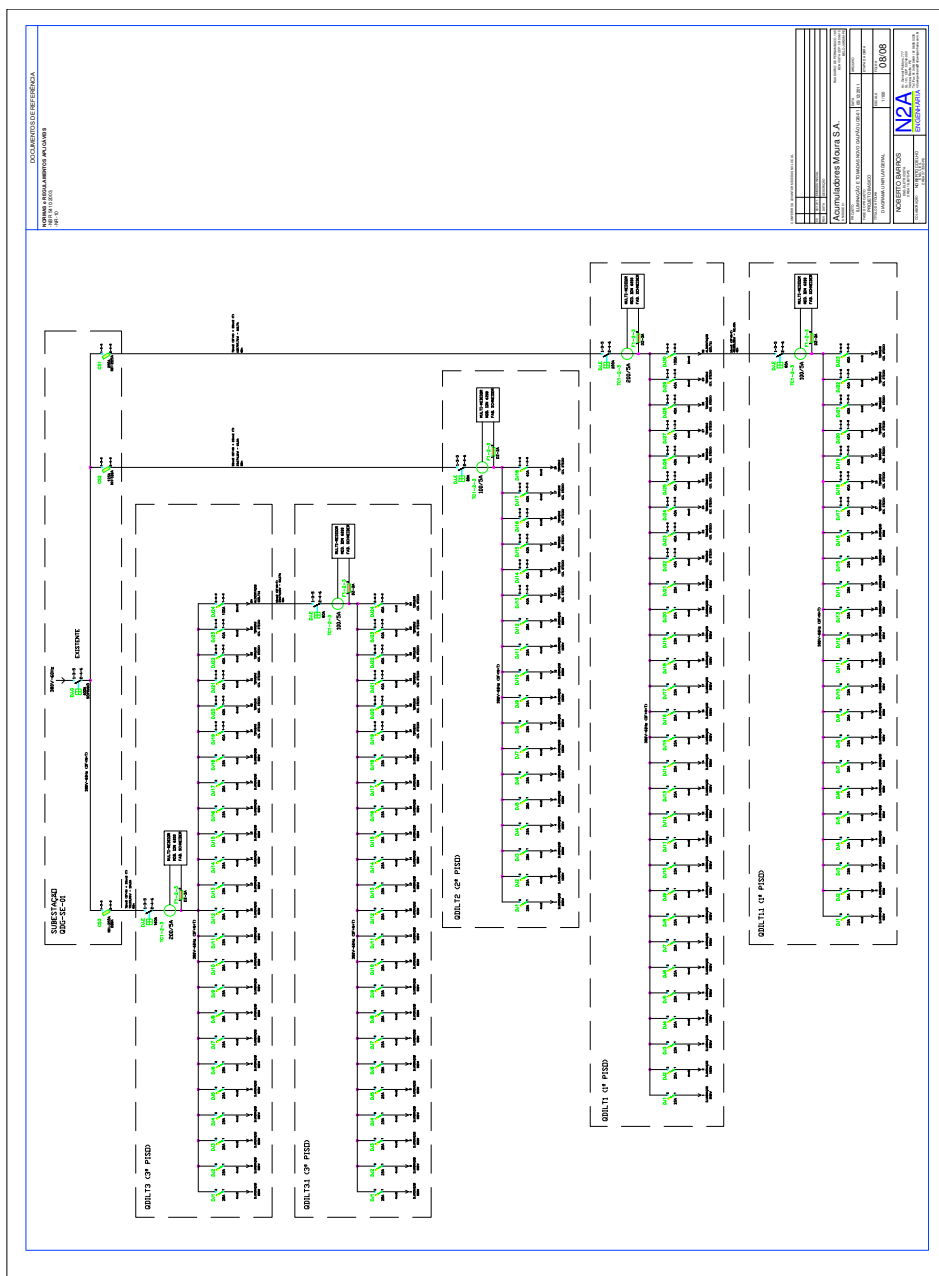


Figura 37 – Diagrama unifilar - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01.

ANEXO C – Planta Baixa do SPDA e  
Malha de Aterramento - Projeto Elétrico do  
Novo Galpão da UGB-01





ANEXO D – Memorial de Cálculo  
Luminotécnico - Projeto Elétrico do Novo  
Galpão da UGB-01

**LUMICENTER**

# **CÁLCULO LUMINOTÉCNICO**

---

---

### Parâmetros

---

#### Ambiente: Piso 1 UGB-01(novo galpão h=11,5m)

Largura do ambiente:..... 30,80 m

Comprimento do ambiente: ..... 52,00 m

Altura do ambiente:..... 11,50 m

Plano de trabalho considerado:..... 0,80 m

Índice de reflexão:      Teto: ..... 50,0%

                                    Parede:..... 30,0%

                                    Chão:..... 10,0%

Fator de perda: ..... 0,85

---

### Lista de luminária(s)

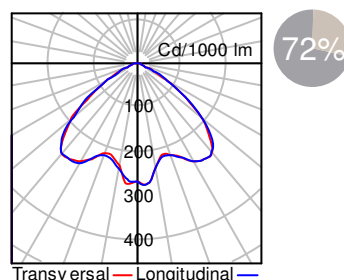
Qtde.	Modelo	Fluxo (lumens)
66	CES03-P1400	31000

---



### CES03-P1400

Luminária pendente, com alojamento cilíndrico em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor repuxado em alumínio anodizado e difusor em vidro temperado transparente.



Teto (%)	70			50			30			0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Chão (%)	20			20			20			0
RCR	Fator de Utilização (%)									
0	83	83	83	79	79	79	76	76	76	71
1	75	72	70	72	70	68	69	68	66	63
2	66	63	59	64	61	58	62	59	57	54
3	59	54	50	57	53	49	55	52	49	46
4	53	47	43	51	46	43	49	45	42	40
5	47	42	37	46	41	37	44	40	37	35
6	42	37	33	41	36	32	40	35	32	30
7	38	33	29	37	32	28	36	32	28	27
8	35	29	25	34	29	25	33	29	25	24
9	32	26	23	31	26	23	30	26	23	21
10	29	24	20	29	24	20	28	23	20	19

#### Número de Luminárias por Área

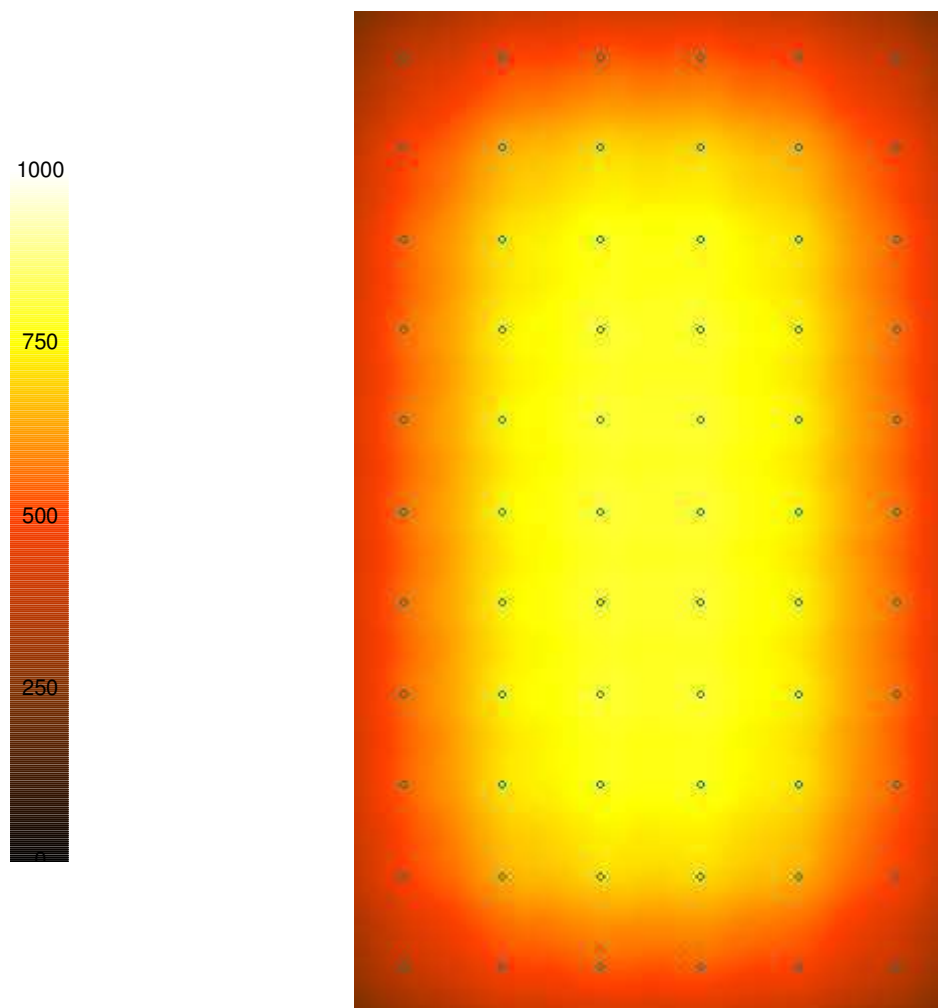
Fluxo	31.000 lm			
Iluminância	300 lx		500 lx	
Pé direito	4,5 m	5,0 m	4,5 m	5,0 m
Área	Número de luminárias			
10 m <sup>2</sup>	0,4	0,5	0,7	0,8
20 m <sup>2</sup>	0,7	0,7	1,1	1,2
30 m <sup>2</sup>	0,9	0,9	1,4	1,6
40 m <sup>2</sup>	1,1	1,1	1,8	1,9
50 m <sup>2</sup>	1,2	1,3	2,1	2,2

Ambiente com teto e parede claro, chão escuro;  
Fator de perda 0,85;  
Plano de trabalho 0,80.

**Ambiente: Piso 1 UGB-01(novo galpão h=11,5m)**

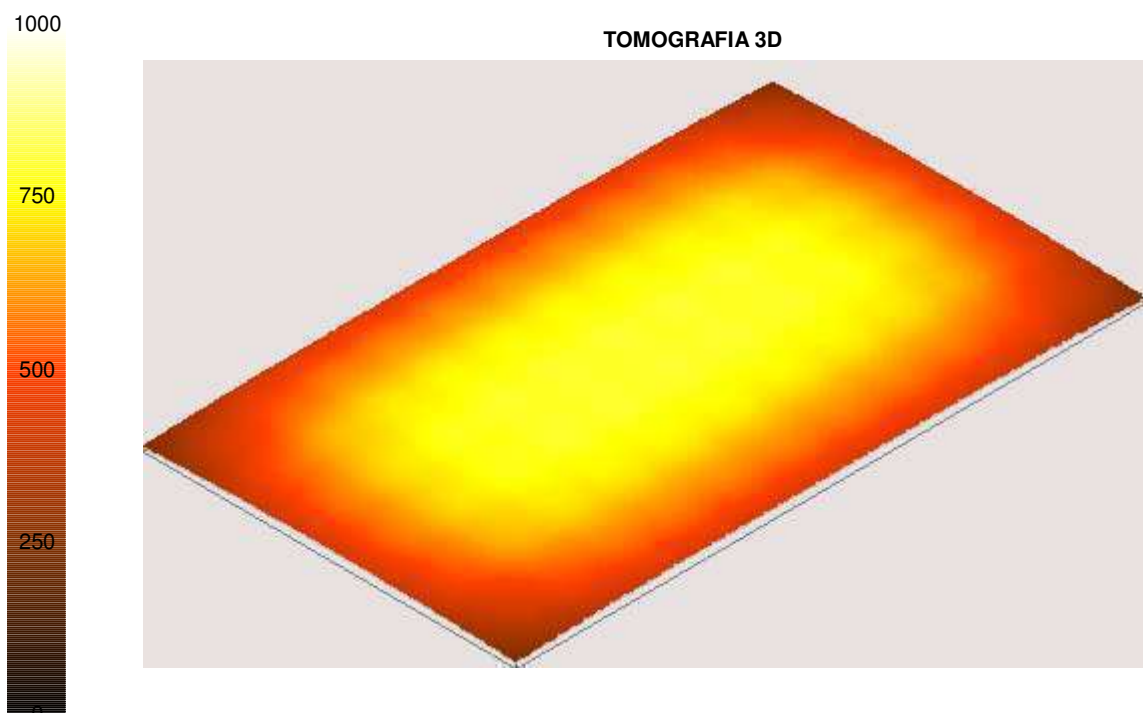
**Iluminância média calculado: 618,1 lux**

**TOMOGRAFIA SIMPLES**



**Ambiente: Piso 1 UGB-01(novo galpão h=11,5m)**

**Iluminância média calculado: 618,1 lux**



CES03-P1400

Fluxo de 31000 lumens por luminária

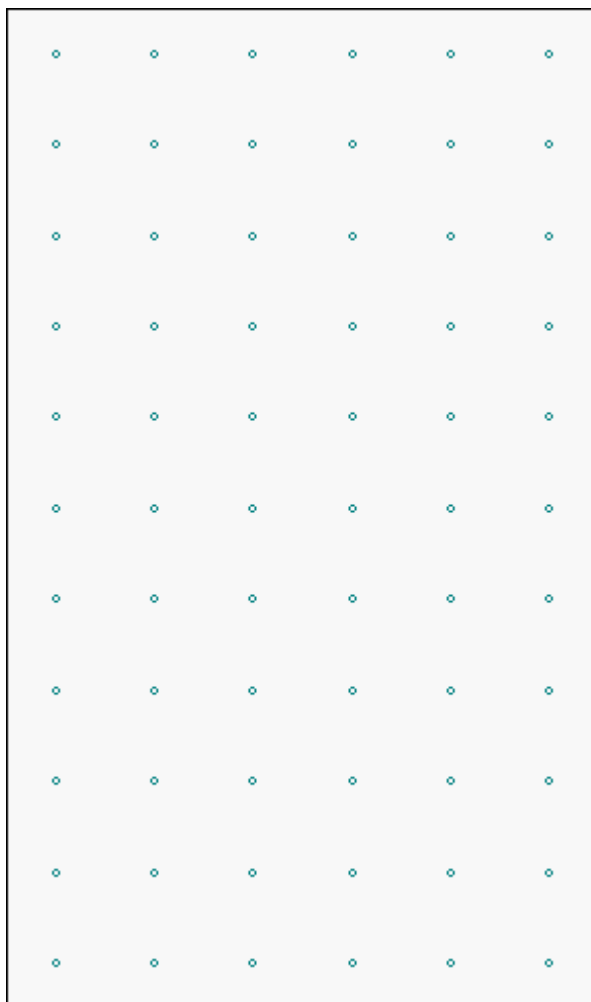
X (metros)	Y (metros)	altura (metros)	Ângulo horz.(graus)
2,567	2,364	10,500	0,0
2,567	7,091	10,500	0,0
2,567	11,818	10,500	0,0
2,567	16,545	10,500	0,0
2,567	21,273	10,500	0,0
2,567	26,000	10,500	0,0
2,567	30,727	10,500	0,0
2,567	35,455	10,500	0,0
2,567	40,182	10,500	0,0
2,567	44,909	10,500	0,0
2,567	49,636	10,500	0,0
7,700	2,364	10,500	0,0
7,700	7,091	10,500	0,0
7,700	11,818	10,500	0,0
7,700	16,545	10,500	0,0
7,700	21,273	10,500	0,0
7,700	26,000	10,500	0,0
7,700	30,727	10,500	0,0
7,700	35,455	10,500	0,0
7,700	40,182	10,500	0,0
7,700	44,909	10,500	0,0
7,700	49,636	10,500	0,0
12,833	2,364	10,500	0,0
12,833	7,091	10,500	0,0
12,833	11,818	10,500	0,0
12,833	16,545	10,500	0,0
12,833	21,273	10,500	0,0
12,833	26,000	10,500	0,0
12,833	30,727	10,500	0,0
12,833	35,455	10,500	0,0
12,833	40,182	10,500	0,0
12,833	44,909	10,500	0,0
12,833	49,636	10,500	0,0
17,967	2,364	10,500	0,0
17,967	7,091	10,500	0,0
17,967	11,818	10,500	0,0
17,967	16,545	10,500	0,0
17,967	21,273	10,500	0,0
17,967	26,000	10,500	0,0
17,967	30,727	10,500	0,0

17,967	35,455	10,500	0,0
17,967	40,182	10,500	0,0
17,967	44,909	10,500	0,0
17,967	49,636	10,500	0,0
23,100	2,364	10,500	0,0
23,100	7,091	10,500	0,0
23,100	11,818	10,500	0,0
23,100	16,545	10,500	0,0
23,100	21,273	10,500	0,0
23,100	26,000	10,500	0,0
23,100	30,727	10,500	0,0
23,100	35,455	10,500	0,0
23,100	40,182	10,500	0,0
23,100	44,909	10,500	0,0
23,100	49,636	10,500	0,0
28,233	2,364	10,500	0,0
28,233	7,091	10,500	0,0
28,233	11,818	10,500	0,0
28,233	16,545	10,500	0,0
28,233	21,273	10,500	0,0
28,233	26,000	10,500	0,0
28,233	30,727	10,500	0,0
28,233	35,455	10,500	0,0
28,233	40,182	10,500	0,0
28,233	44,909	10,500	0,0
28,233	49,636	10,500	0,0

---



**Desenho ilustrativo das posições das luminárias CES03-P1400**



## **Considerações gerais sobre o cálculo**

*O estudo luminotécnico oferecido pelo Lumisoft® visa auxiliar na determinação do modelo, quantidade e dimensionamento de luminárias.*

*As condições de uso são integralmente regidas pelo CONTRATO DE LICENÇA DE USO DO LUMISOFT®.*

*A iluminância média ideal, de acordo com a atividade desenvolvida no ambiente, é uma escolha do USUÁRIO, assim como as dimensões, os índice de reflexão do ambiente, o fluxo luminoso das lâmpadas, o fator do reator, o fator de perda e de manutenção, etc. Portanto, o USUÁRIO é o único e exclusivo responsável pela precisão dos dados fornecidos.*

*Os dados gerados neste estudo podem ser variáveis, em função de alguns fatores como:*

- *Quadros, placas de sinalização, plantas, objetos decorativos nas paredes, Dry-wall de meia altura, mesas, cadeiras, computadores, objetos diversos;*
  - *Possível variação na tensão da rede da alimentação das luminárias;*
  - *Janelas e portas com incidência de luz natural;*
  - *Cor aparente do teto, piso e paredes bem como texturas aplicadas sobre elas;*
  - *Condições térmicas do ambiente;*
  - *Qualquer fator que possa obstruir a iluminação;*
  - *Variação do desempenho dos equipamentos nas luminárias.*
-

**LUMICENTER**

# **CÁLCULO LUMINOTÉCNICO**

---

---

## Parâmetros

---

### Ambiente: ACMOURA\_Piso1\_cálculo Luminotécnico ugb01-pd4,7m

Largura do ambiente:..... 30,40 m

Comprimento do ambiente: ..... 38,00 m

Altura do ambiente:..... 4,70 m

Plano de trabalho considerado:..... 0,80 m

Índice de reflexão:      Teto: ..... 70,0%

                                    Parede:..... 50,0%

                                    Chão:..... 20,0%

Fator de perda: ..... 0,85

---

### Lista de luminária(s)

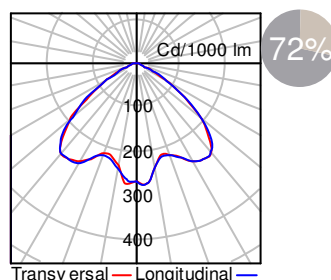
Qtde.	Modelo	Fluxo (lumens)
32	CES03-P1400	31000

---



### CES03-P1400

Luminária pendente, com alojamento cilíndrico em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor repuxado em alumínio anodizado e difusor em vidro temperado transparente.



Teto (%)	70			50			30			0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Chão (%)	20			20			20			0
RCR	<b>Fator de Utilização (%)</b>									
0	83	83	83	79	79	79	76	76	76	71
1	75	72	70	72	70	68	69	68	66	63
2	66	63	59	64	61	58	62	59	57	54
3	59	54	50	57	53	49	55	52	49	46
4	53	47	43	51	46	43	49	45	42	40
5	47	42	37	46	41	37	44	40	37	35
6	42	37	33	41	36	32	40	35	32	30
7	38	33	29	37	32	28	36	32	28	27
8	35	29	25	34	29	25	33	29	25	24
9	32	26	23	31	26	23	30	26	23	21
10	29	24	20	29	24	20	28	23	20	19

#### Número de Luminárias por Área

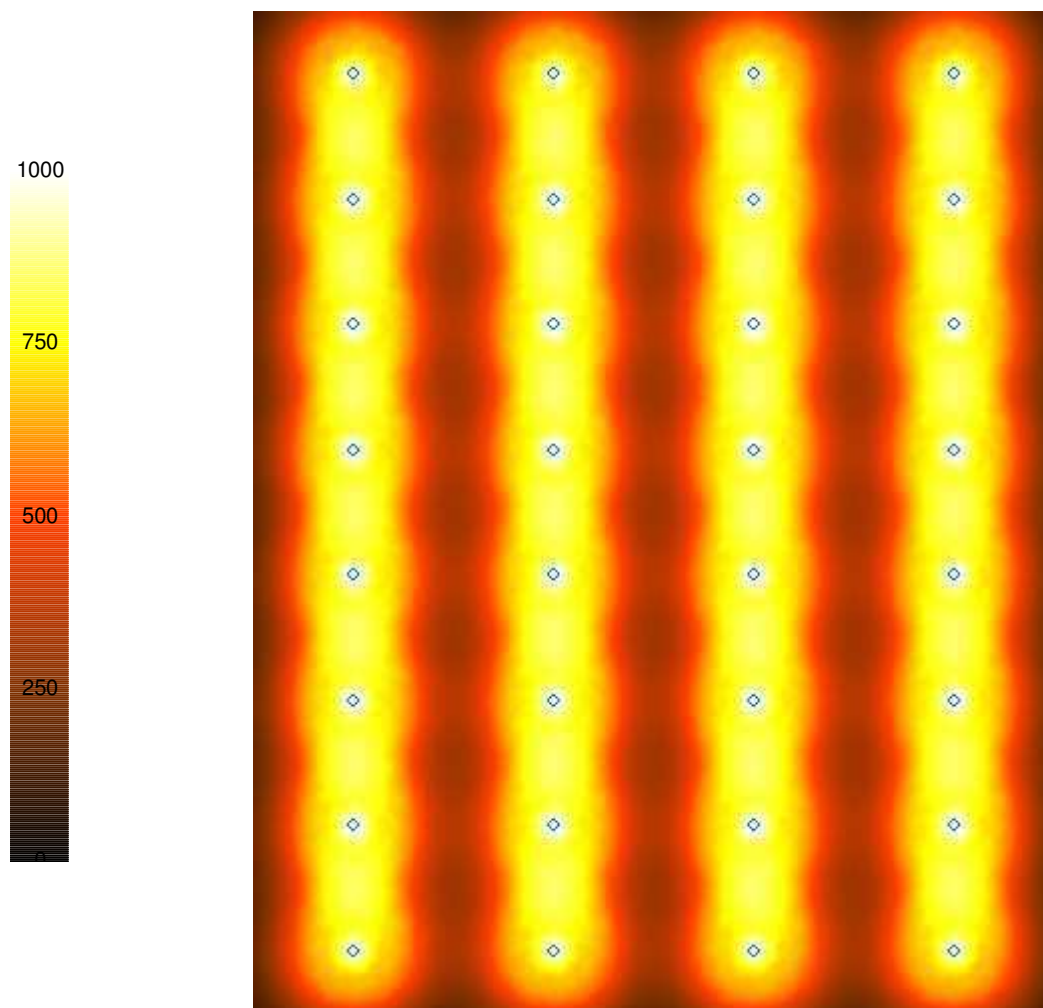
Fluxo	31.000 lm			
Iluminância	300 lx		500 lx	
Pé direito	4,5 m	5,0 m	4,5 m	5,0 m
Área	Número de luminárias			
<b>10 m<sup>2</sup></b>	0,4	0,5	0,7	0,8
<b>20 m<sup>2</sup></b>	0,7	0,7	1,1	1,2
<b>30 m<sup>2</sup></b>	0,9	0,9	1,4	1,6
<b>40 m<sup>2</sup></b>	1,1	1,1	1,8	1,9
<b>50 m<sup>2</sup></b>	1,2	1,3	2,1	2,2

Ambiente com teto e parede claro, chão escuro;  
Fator de perda 0,85;  
Plano de trabalho 0,80.

**Ambiente: ACMOURA\_Piso1\_cálculo Luminotécnico ugb01-pd4,7m**

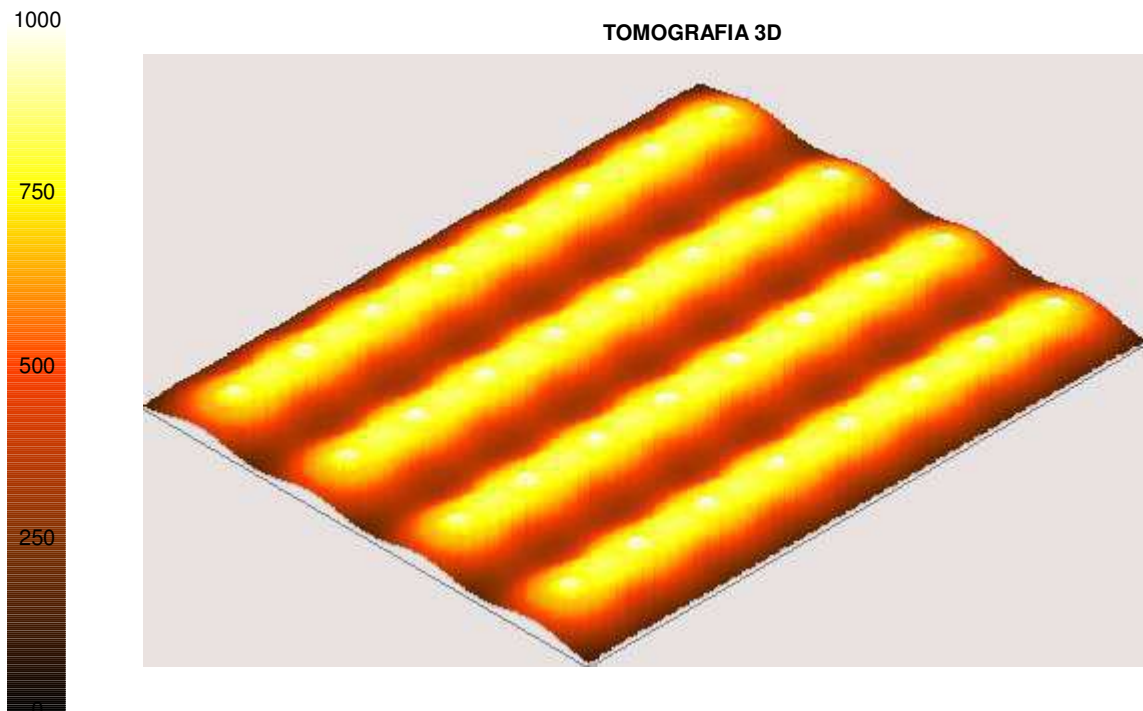
**Iluminância média calculado: 575,1 lux**

TOMOGRAFIA SIMPLES



**Ambiente: ACMOURA\_Piso1\_cálculo Luminotécnico ugb01-pd4,7m**

**Iluminância média calculado: 575,1 lux**



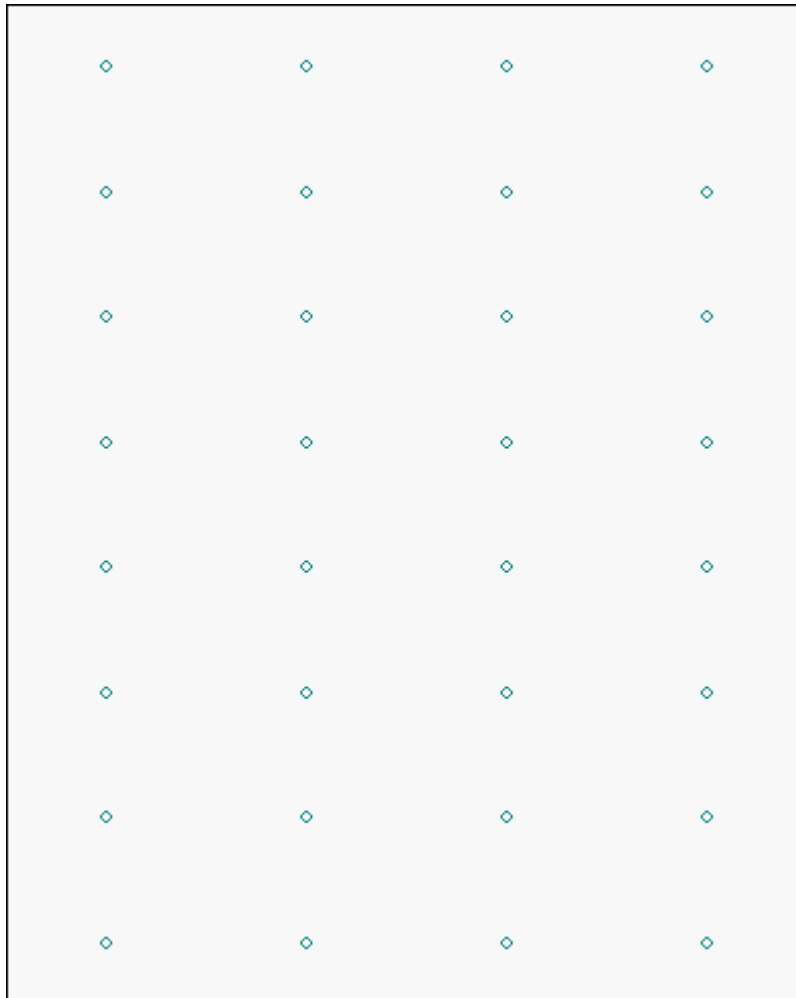
CES03-P1400

Fluxo de 31000 lumens por luminária

<b>X (metros)</b>	<b>Y (metros)</b>	<b>altura (metros)</b>	<b>Ângulo horz.(graus)</b>
3,800	2,375	3,700	0,0
3,800	7,125	3,700	0,0
3,800	11,875	3,700	0,0
3,800	16,625	3,700	0,0
3,800	21,375	3,700	0,0
3,800	26,125	3,700	0,0
3,800	30,875	3,700	0,0
3,800	35,625	3,700	0,0
11,400	2,375	3,700	0,0
11,400	7,125	3,700	0,0
11,400	11,875	3,700	0,0
11,400	16,625	3,700	0,0
11,400	21,375	3,700	0,0
11,400	26,125	3,700	0,0
11,400	30,875	3,700	0,0
11,400	35,625	3,700	0,0
19,000	2,375	3,700	0,0
19,000	7,125	3,700	0,0
19,000	11,875	3,700	0,0
19,000	16,625	3,700	0,0
19,000	21,375	3,700	0,0
19,000	26,125	3,700	0,0
19,000	30,875	3,700	0,0
19,000	35,625	3,700	0,0
26,600	2,375	3,700	0,0
26,600	7,125	3,700	0,0
26,600	11,875	3,700	0,0
26,600	16,625	3,700	0,0
26,600	21,375	3,700	0,0
26,600	26,125	3,700	0,0
26,600	30,875	3,700	0,0
26,600	35,625	3,700	0,0



**Desenho ilustrativo das posições das luminárias CES03-P1400**



## **Considerações gerais sobre o cálculo**

*O estudo luminotécnico oferecido pelo Lumisoft® visa auxiliar na determinação do modelo, quantidade e dimensionamento de luminárias.*

*As condições de uso são integralmente regidas pelo CONTRATO DE LICENÇA DE USO DO LUMISOFT®.*

*A iluminância média ideal, de acordo com a atividade desenvolvida no ambiente, é uma escolha do USUÁRIO, assim como as dimensões, os índice de reflexão do ambiente, o fluxo luminoso das lâmpadas, o fator do reator, o fator de perda e de manutenção, etc. Portanto, o USUÁRIO é o único e exclusivo responsável pela precisão dos dados fornecidos.*

*Os dados gerados neste estudo podem ser variáveis, em função de alguns fatores como:*

- Quadros, placas de sinalização, plantas, objetos decorativos nas paredes, Dry-wall de meia altura, mesas, cadeiras, computadores, objetos diversos;*
  - Possível variação na tensão da rede da alimentação das luminárias;*
  - Janelas e portas com incidência de luz natural;*
  - Cor aparente do teto, piso e paredes bem como texturas aplicadas sobre elas;*
  - Condições térmicas do ambiente;*
  - Qualquer fator que possa obstruir a iluminação;*
  - Variação do desempenho dos equipamentos nas luminárias.*
-

**LUMICENTER**

# **CÁLCULO LUMINOTÉCNICO**

---

---

## Parâmetros

---

### Ambiente: ACMOURA\_Piso2\_cálculo Luminotécnico ugb01-pd5,6m

Largura do ambiente:..... 30,80 m

Comprimento do ambiente: ..... 38,00 m

Altura do ambiente:..... 5,60 m

Plano de trabalho considerado:..... 0,80 m

Índice de reflexão:      Teto: ..... 70,0%

                                    Parede:..... 50,0%

                                    Chão:..... 20,0%

Fator de perda: ..... 0,85

---

### Lista de luminária(s)

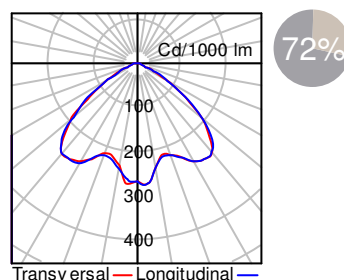
Qtde.	Modelo	Fluxo (lumens)
36	CES03-P1400	31000

---



### CES03-P1400

Luminária pendente, com alojamento cilíndrico em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor repuxado em alumínio anodizado e difusor em vidro temperado transparente.



Teto (%)	70			50			30			0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Chão (%)	20			20			20			0
RCR	Fator de Utilização (%)									
0	83	83	83	79	79	79	76	76	76	71
1	75	72	70	72	70	68	69	68	66	63
2	66	63	59	64	61	58	62	59	57	54
3	59	54	50	57	53	49	55	52	49	46
4	53	47	43	51	46	43	49	45	42	40
5	47	42	37	46	41	37	44	40	37	35
6	42	37	33	41	36	32	40	35	32	30
7	38	33	29	37	32	28	36	32	28	27
8	35	29	25	34	29	25	33	29	25	24
9	32	26	23	31	26	23	30	26	23	21
10	29	24	20	29	24	20	28	23	20	19

#### Número de Luminárias por Área

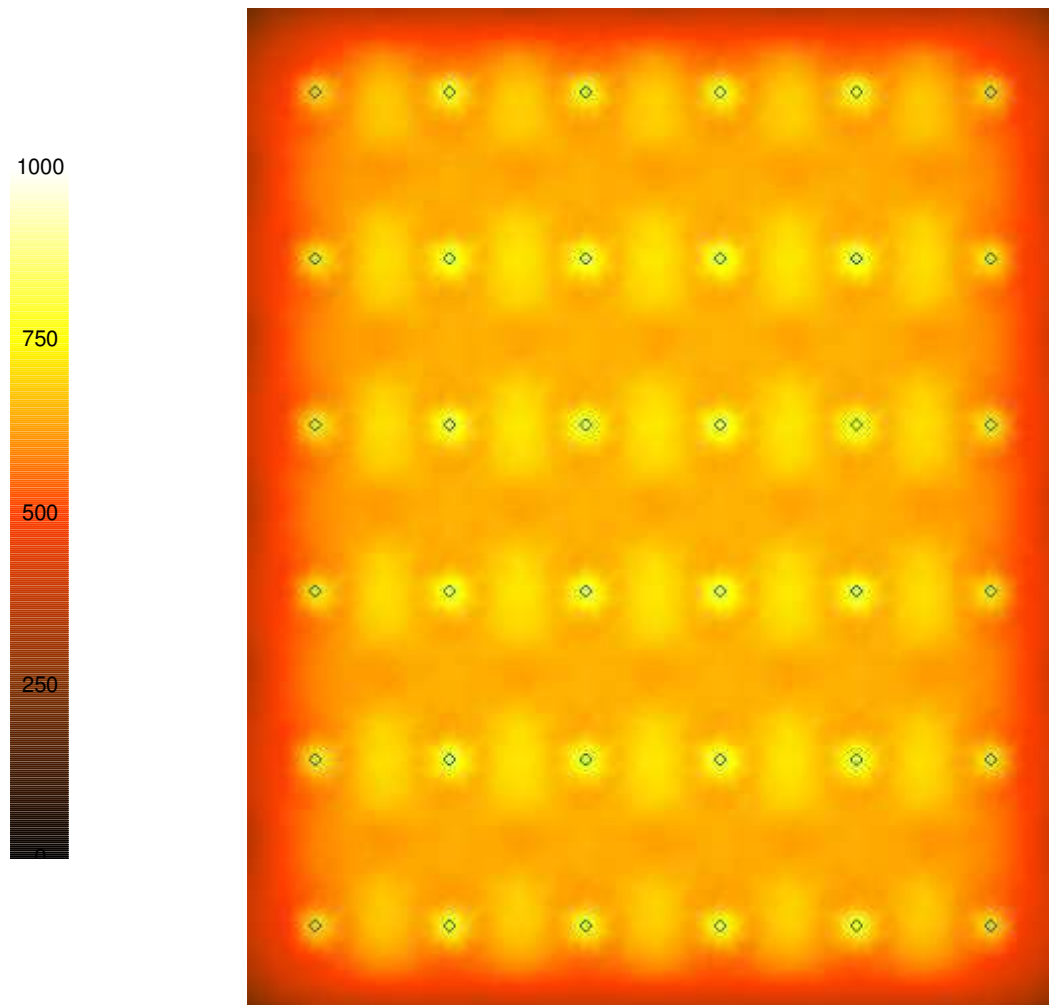
Fluxo	31.000 lm			
Iluminância	300 lx		500 lx	
Pé direito	4,5 m	5,0 m	4,5 m	5,0 m
Área	Número de luminárias			
10 m <sup>2</sup>	0,4	0,5	0,7	0,8
20 m <sup>2</sup>	0,7	0,7	1,1	1,2
30 m <sup>2</sup>	0,9	0,9	1,4	1,6
40 m <sup>2</sup>	1,1	1,1	1,8	1,9
50 m <sup>2</sup>	1,2	1,3	2,1	2,2

Ambiente com teto e parede claro, chão escuro;  
Fator de perda 0,85;  
Plano de trabalho 0,80.

**Ambiente: ACMOURA\_Piso2\_cálculo Luminotécnico ugb01-pd5,6m**

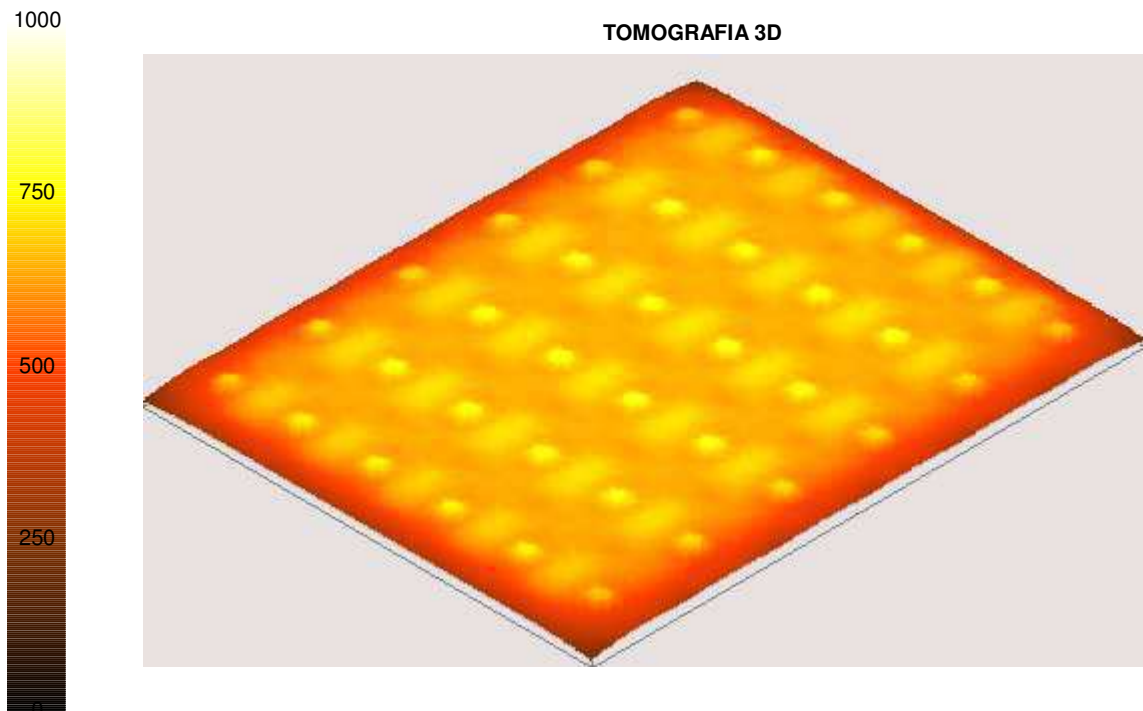
**Iluminância média calculado: 611,5 lux**

TOMOGRAFIA SIMPLES



**Ambiente: ACMOURA\_Piso2\_cálculo Luminotécnico ugb01-pd5,6m**

**Iluminância média calculado: 611,5 lux**



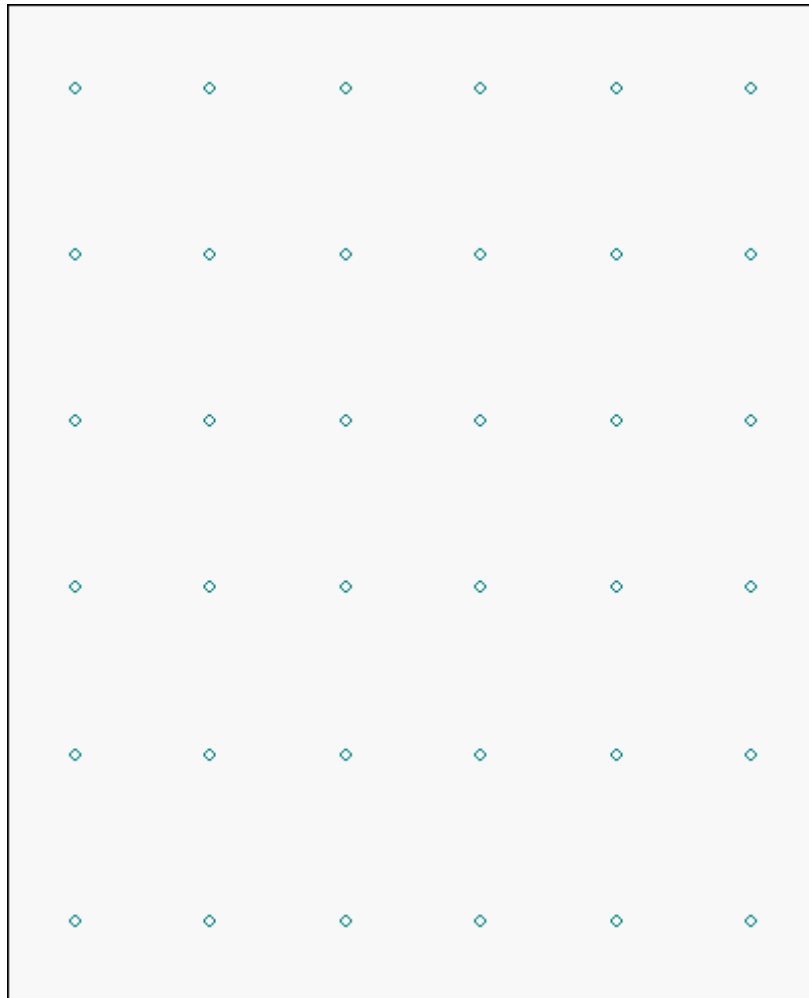
CES03-P1400

Fluxo de 31000 lumens por luminária

X (metros)	Y (metros)	altura (metros)	Ângulo horz.(graus)
2,567	3,167	4,600	0,0
2,567	9,500	4,600	0,0
2,567	15,833	4,600	0,0
2,567	22,167	4,600	0,0
2,567	28,500	4,600	0,0
2,567	34,833	4,600	0,0
7,700	3,167	4,600	0,0
7,700	9,500	4,600	0,0
7,700	15,833	4,600	0,0
7,700	22,167	4,600	0,0
7,700	28,500	4,600	0,0
7,700	34,833	4,600	0,0
12,833	3,167	4,600	0,0
12,833	9,500	4,600	0,0
12,833	15,833	4,600	0,0
12,833	22,167	4,600	0,0
12,833	28,500	4,600	0,0
12,833	34,833	4,600	0,0
17,967	3,167	4,600	0,0
17,967	9,500	4,600	0,0
17,967	15,833	4,600	0,0
17,967	22,167	4,600	0,0
17,967	28,500	4,600	0,0
17,967	34,833	4,600	0,0
23,100	3,167	4,600	0,0
23,100	9,500	4,600	0,0
23,100	15,833	4,600	0,0
23,100	22,167	4,600	0,0
23,100	28,500	4,600	0,0
23,100	34,833	4,600	0,0
28,233	3,167	4,600	0,0
28,233	9,500	4,600	0,0
28,233	15,833	4,600	0,0
28,233	22,167	4,600	0,0
28,233	28,500	4,600	0,0
28,233	34,833	4,600	0,0



**Desenho ilustrativo das posições das luminárias CES03-P1400**



## **Considerações gerais sobre o cálculo**

*O estudo luminotécnico oferecido pelo Lumisoft® visa auxiliar na determinação do modelo, quantidade e dimensionamento de luminárias.*

*As condições de uso são integralmente regidas pelo CONTRATO DE LICENÇA DE USO DO LUMISOFT®.*

*A iluminância média ideal, de acordo com a atividade desenvolvida no ambiente, é uma escolha do USUÁRIO, assim como as dimensões, os índice de reflexão do ambiente, o fluxo luminoso das lâmpadas, o fator do reator, o fator de perda e de manutenção, etc. Portanto, o USUÁRIO é o único e exclusivo responsável pela precisão dos dados fornecidos.*

*Os dados gerados neste estudo podem ser variáveis, em função de alguns fatores como:*

- *Quadros, placas de sinalização, plantas, objetos decorativos nas paredes, Dry-wall de meia altura, mesas, cadeiras, computadores, objetos diversos;*
  - *Possível variação na tensão da rede da alimentação das luminárias;*
  - *Janelas e portas com incidência de luz natural;*
  - *Cor aparente do teto, piso e paredes bem como texturas aplicadas sobre elas;*
  - *Condições térmicas do ambiente;*
  - *Qualquer fator que possa obstruir a iluminação;*
  - *Variação do desempenho dos equipamentos nas luminárias.*
-

**LUMICENTER**

# **CÁLCULO LUMINOTÉCNICO**

---

---

## Parâmetros

---

### Ambiente: ACMOURA\_Piso3\_cálculo Luminotécnico ugb01-pd9m

Largura do ambiente:..... 30,80 m

Comprimento do ambiente: ..... 74,11 m

Altura do ambiente:..... 9,00 m

Plano de trabalho considerado:..... 0,80 m

Índice de reflexão:      Teto: ..... 50,0%

                                    Parede:..... 50,0%

                                    Chão:..... 20,0%

Fator de perda: ..... 0,85

---

### Lista de luminária(s)

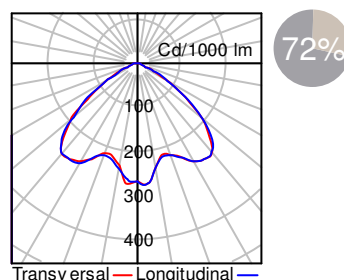
Qtde.	Modelo	Fluxo (lumens)
68	CES03-P1400	31000

---



### CES03-P1400

Luminária pendente, com alojamento cilíndrico em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor repuxado em alumínio anodizado e difusor em vidro temperado transparente.



Teto (%)	70			50			30			0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Chão (%)	20			20			20			0
RCR	Fator de Utilização (%)									
0	83	83	83	79	79	79	76	76	76	71
1	75	72	70	72	70	68	69	68	66	63
2	66	63	59	64	61	58	62	59	57	54
3	59	54	50	57	53	49	55	52	49	46
4	53	47	43	51	46	43	49	45	42	40
5	47	42	37	46	41	37	44	40	37	35
6	42	37	33	41	36	32	40	35	32	30
7	38	33	29	37	32	28	36	32	28	27
8	35	29	25	34	29	25	33	29	25	24
9	32	26	23	31	26	23	30	26	23	21
10	29	24	20	29	24	20	28	23	20	19

#### Número de Luminárias por Área

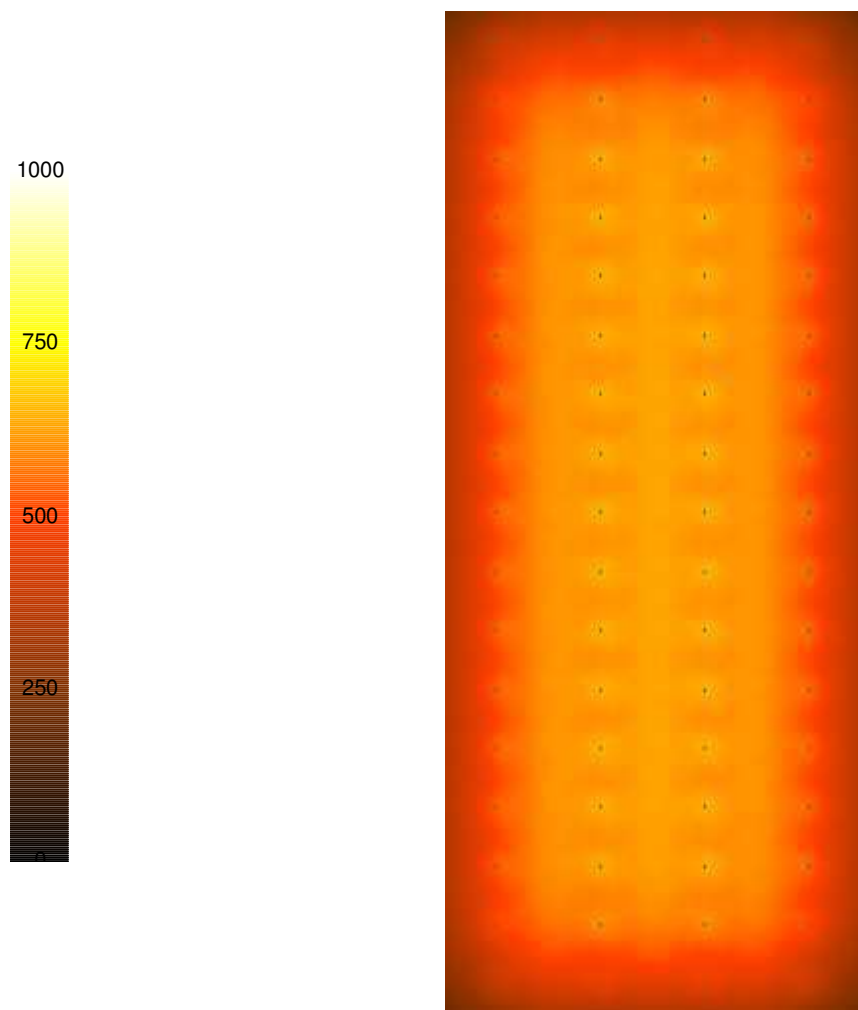
Fluxo	31.000 lm			
Iluminância	300 lx		500 lx	
Pé direito	4,5 m	5,0 m	4,5 m	5,0 m
Área	Número de luminárias			
10 m <sup>2</sup>	0,4	0,5	0,7	0,8
20 m <sup>2</sup>	0,7	0,7	1,1	1,2
30 m <sup>2</sup>	0,9	0,9	1,4	1,6
40 m <sup>2</sup>	1,1	1,1	1,8	1,9
50 m <sup>2</sup>	1,2	1,3	2,1	2,2

Ambiente com teto e parede claro, chão escuro;  
Fator de perda 0,85;  
Plano de trabalho 0,80.

**Ambiente: ACMOURA\_Piso3\_cálculo Luminotécnico ugb01-pd9m**

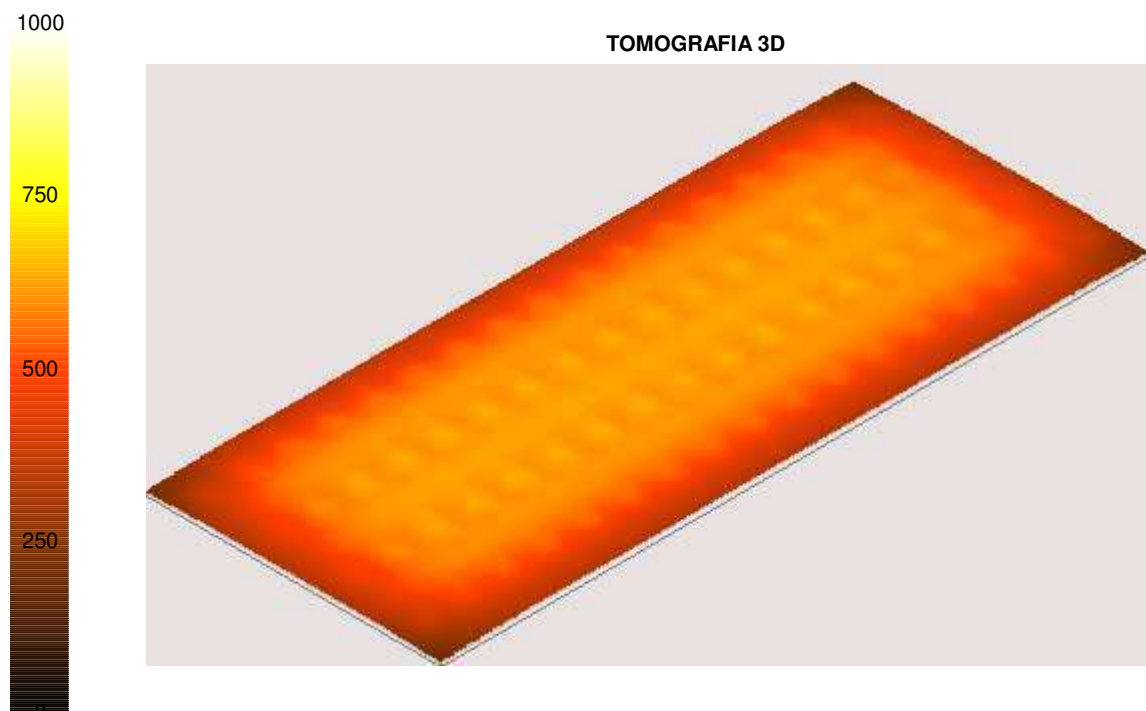
**Iluminância média calculado: 535,2 lux**

TOMOGRAFIA SIMPLES



**Ambiente: ACMOURA\_Piso3\_cálculo Luminotécnico ugb01-pd9m**

**Iluminância média calculado: 535,2 lux**



CES03-P1400

Fluxo de 31000 lumens por luminária

X (metros)	Y (metros)	altura (metros)	Ângulo horz.(graus)
3,850	2,180	8,000	0,0
3,850	6,539	8,000	0,0
3,850	10,899	8,000	0,0
3,850	15,258	8,000	0,0
3,850	19,617	8,000	0,0
3,850	23,977	8,000	0,0
3,850	28,336	8,000	0,0
3,850	32,696	8,000	0,0
3,850	37,055	8,000	0,0
3,850	41,414	8,000	0,0
3,850	45,774	8,000	0,0
3,850	50,133	8,000	0,0
3,850	54,493	8,000	0,0
3,850	58,852	8,000	0,0
3,850	63,211	8,000	0,0
3,850	67,571	8,000	0,0
3,850	71,930	8,000	0,0
11,550	2,180	8,000	0,0
11,550	6,539	8,000	0,0
11,550	10,899	8,000	0,0
11,550	15,258	8,000	0,0
11,550	19,617	8,000	0,0
11,550	23,977	8,000	0,0
11,550	28,336	8,000	0,0
11,550	32,696	8,000	0,0
11,550	37,055	8,000	0,0
11,550	41,414	8,000	0,0
11,550	45,774	8,000	0,0
11,550	50,133	8,000	0,0
11,550	54,493	8,000	0,0
11,550	58,852	8,000	0,0
11,550	63,211	8,000	0,0
11,550	67,571	8,000	0,0
11,550	71,930	8,000	0,0
19,250	2,180	8,000	0,0
19,250	6,539	8,000	0,0
19,250	10,899	8,000	0,0
19,250	15,258	8,000	0,0
19,250	19,617	8,000	0,0
19,250	23,977	8,000	0,0



19,250	28,336	8,000	0,0
19,250	32,696	8,000	0,0
19,250	37,055	8,000	0,0
19,250	41,414	8,000	0,0
19,250	45,774	8,000	0,0
19,250	50,133	8,000	0,0
19,250	54,493	8,000	0,0
19,250	58,852	8,000	0,0
19,250	63,211	8,000	0,0
19,250	67,571	8,000	0,0
19,250	71,930	8,000	0,0
26,950	2,180	8,000	0,0
26,950	6,539	8,000	0,0
26,950	10,899	8,000	0,0
26,950	15,258	8,000	0,0
26,950	19,617	8,000	0,0
26,950	23,977	8,000	0,0
26,950	28,336	8,000	0,0
26,950	32,696	8,000	0,0
26,950	37,055	8,000	0,0
26,950	41,414	8,000	0,0
26,950	45,774	8,000	0,0
26,950	50,133	8,000	0,0
26,950	54,493	8,000	0,0
26,950	58,852	8,000	0,0
26,950	63,211	8,000	0,0
26,950	67,571	8,000	0,0
26,950	71,930	8,000	0,0

---

**Desenho ilustrativo das posições das luminárias CES03-P1400**



## **Considerações gerais sobre o cálculo**

*O estudo luminotécnico oferecido pelo Lumisoft® visa auxiliar na determinação do modelo, quantidade e dimensionamento de luminárias.*

*As condições de uso são integralmente regidas pelo CONTRATO DE LICENÇA DE USO DO LUMISOFT®.*

*A iluminância média ideal, de acordo com a atividade desenvolvida no ambiente, é uma escolha do USUÁRIO, assim como as dimensões, os índice de reflexão do ambiente, o fluxo luminoso das lâmpadas, o fator do reator, o fator de perda e de manutenção, etc. Portanto, o USUÁRIO é o único e exclusivo responsável pela precisão dos dados fornecidos.*

*Os dados gerados neste estudo podem ser variáveis, em função de alguns fatores como:*

- *Quadros, placas de sinalização, plantas, objetos decorativos nas paredes, Dry-wall de meia altura, mesas, cadeiras, computadores, objetos diversos;*
  - *Possível variação na tensão da rede da alimentação das luminárias;*
  - *Janelas e portas com incidência de luz natural;*
  - *Cor aparente do teto, piso e paredes bem como texturas aplicadas sobre elas;*
  - *Condições térmicas do ambiente;*
  - *Qualquer fator que possa obstruir a iluminação;*
  - *Variação do desempenho dos equipamentos nas luminárias.*
-

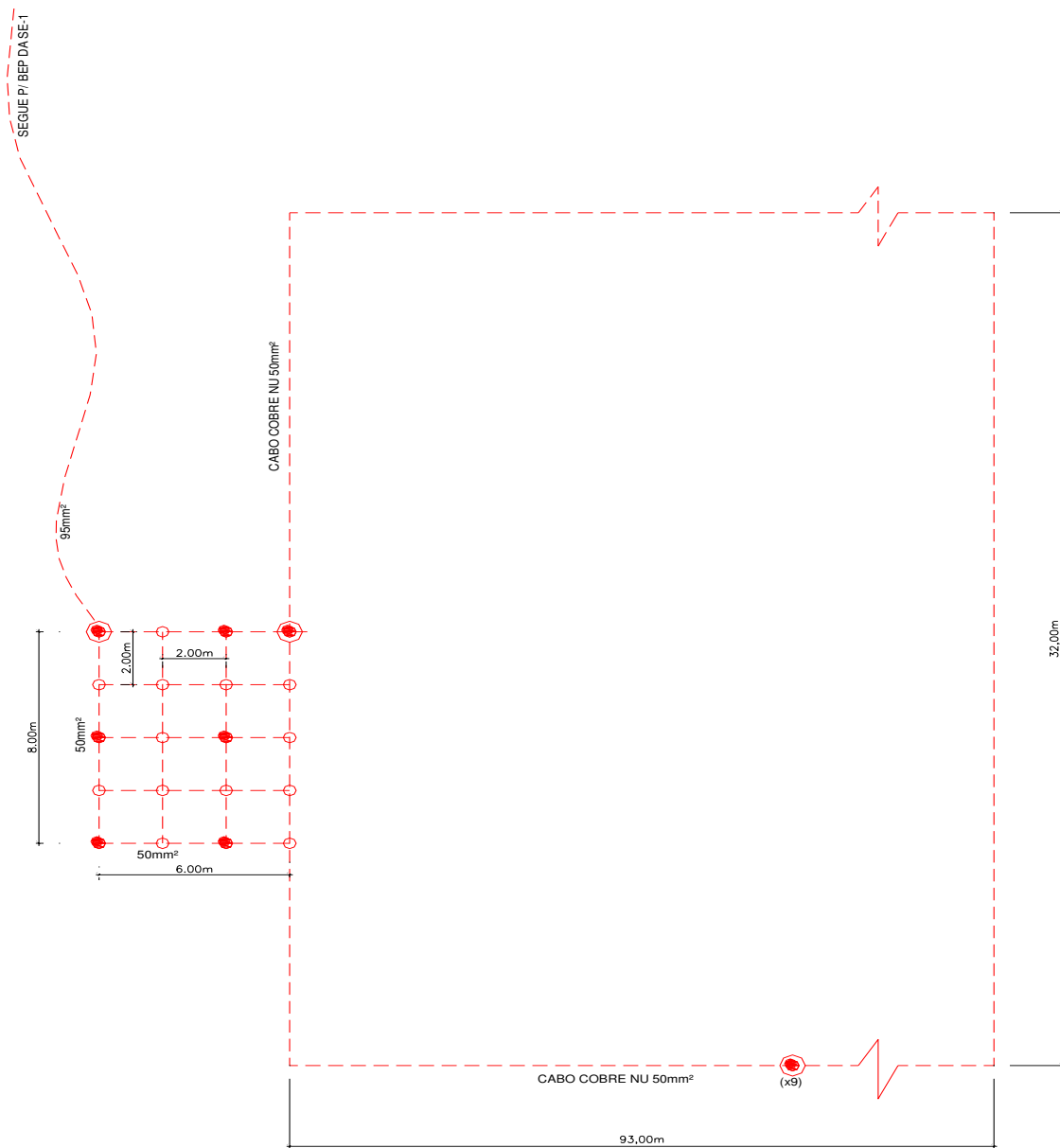
ANEXO E – Memorial de Cálculos da Malha  
de Terra - Projeto Elétrico do Novo Galpão da  
UGB-01

Recife, 15 de fevereiro de 2012

**Memória de cálculo – Malha de terra do novo galpão da UGB-01\_ UN-01**

1) Condutor adotado para a malha de terra – 50mm<sup>2</sup>, enterrado a 30cm do solo e conectado ao barramento de terra do painel da malha da subestação por cabo de 95mm<sup>2</sup> através de solda exotérmica (detalhes, ver planta de aterramento), interligado ao anel de aterramento(cabo de 50mm<sup>2</sup>) do SPDA(ver detalhes na planta do SPDA).

2) Formato e dimensões da malha:



**Recife, 15 de fevereiro de 2012**

**Memória de cálculo – Malha de terra do novo galpão da UGB-01\_ UN-01**

Meta: Resistência de aterramento da malha  $R_{mt} \leq 10\Omega$

Cálculo da  $R_{mt}$  para a malha considerada:

Usando a fórmula de SVERAK(IEEE Std 80:2000)

$$R_{mt} = \rho_a \left[ \frac{1}{L} + \frac{1}{\text{raiz}(20 \cdot A)} \left( 1 + \frac{1}{1 + h \cdot \text{raiz}(20/A)} \right) \right]$$

$\rho_{\text{parente}} = 218,76 \Omega \cdot \text{m}$

Comprimento total da malha, incluindo o comprimento das hastes que estão enterradas:

$L = 267,2 \text{ m}$

Área da malha + área do anel do SPDA

$A = 2.948 \text{ m}^2$

Profundidade da malha  $h = 0,30 \text{ m}$ , efetivamente enterrada.

Valor esperado para a resistência

**$R_{mt} = 2,631 \Omega$**

*Noberto Barros*

**Eng. Noberto Barros**

**CREA 18607D/PE**

ANEXO F – Memorial Descritivo Sistema  
de Proteção contra Descargas Atmosféricas-  
Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01

**MEMORIAL DESCRITIVO**  
**SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**  
**(APLICAÇÃO DA NBR 5419: 2005 E COSCIPE)**

**ACUMULADORES MOURA S.A.**  
**NOVO GALPÃO UGB-01**  
RUA DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 195, EDSON M. MOURA, CEP: 55150-615  
BELO JARDIM-PE

**Recife, 15 de Fevereiro de 2012**  
**EMISSÃO INICIAL**

**RESPONSÁVEL TÉCNICO: NOBERTO BARROS - ENGº ELETRICISTA - CREA 18.607D-PE**

*Roberto Barros*



## 1. Base Técnica

### **COSCIPE - CORPO DE BOMBEIROS - CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO:**

Para efeito deste Código, será exigida a instalação de dispositivos contra descargas atmosféricas em edificações com altura superior a 20,0m, ou com área de cobertura superior a 1.500,0m<sup>2</sup>.

#### **-NBR 5419:2005 (SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS)**

#### **-NBR 5410:2004 (INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO)**

A obrigatoriedade do SPDA depende de vários fatores que influenciam na memória de cálculo além da análise técnica em função da atividade desenvolvida na edificação ou local. (Ver memória de cálculo.)

## 2. Objetivo

O presente memorial descreve o projeto do SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas) do Novo Galpão UGB-01 da ACUMULADORES MOURA S.A., localizado na rua Diário de Pernambuco, 195, Boa Vista, CEP: 55150-615, Belo Jardim-PE, de acordo com o COSCIPE e a norma NBR 5419:2005, que fixa as condições exigíveis para o projeto, instalação e manutenção do SPDA.

## 3. Composição do projeto

O projeto é composto pelos seguintes documentos:

- Memorial Descritivo;
- Memória de cálculo
- Plantas;
- Relação de Material;
- ART.

## 4. Memorial descritivo

### **Características da edificação:**

Local:	Belo Jardim-PE
Área de cobertura:	2784,00m <sup>2</sup>
Altura:	30m
Tipo de estrutura:	Estrutura Metálica
Tipo de cobertura:	Não metálica
Nível de proteção:	III

### **Necessidade de proteção:**

COSCIPE (BOMBEIROS)	OBRIGATÓRIO
Pela NBR 5419:2005	OBRIGATÓRIO

*Roberto Bano*

### **Método de proteção:**

#### **Gaiola de Faraday**

O galpão formado por uma estrutura metálica será usado como uma gaiola de faraday natural assim como as descidas através de seus pilares metálicos, conforme item ( 5.1.2.5 ) pág (7), da norma NBR 5419:2005, pois a mesma encontra-se toda interligada até a sua base através de suas armações e treliça. Acima do telhado encontram-se vários grampos de fixação das telhas de fibrocimento que estão expostos cerca de 10cm acima, tornando-se dessa forma captos naturais conforme item (5.1.1.4.1) da NBR – 5419:2005 e serão adicionados ainda sobre o telhado do galpão 03 mastros de 3m de altura com captos FRANKLIN, estes mastros terão sua base interligada a estrutura metálica da cobertura através de abraçadeiras metálicas e parafusos. As descidas serão executadas através de conexão de um cabo de cobre nu de 16mm<sup>2</sup> com conectores de pressão na estrutura metálica lateral do galpão e será protegido por eleroduto de pvc, este por sua vez será ligado as hastes de 5/8" por 2,40m de aterramento paralela a seus pilares metálicos através de solda exotérmica de forma a garantir a conexão da estrutura metálica com o solo. Deverá ser instalado também um anel inferior em cabo de cobre nú enterrado a no mínimo 30 cm de profundidade contornando todo o galpão e interligando-se as hastes e a malha de aterramento.

### **OBSERVAÇÕES**

**OBS 1:** Caso as descidas que passem a menos de 2m do depósito de gás GLP, deverão ser equipotencializadas à estrutura metálica do depósito de gás, através de DPS, ao cabo de descida do SPDA.

**OBS 2:** A equalização de potencial constitui a medida mais eficaz para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro da estrutura. A equalização de potencial é obtida mediante condutores de ligação, interligando o SPDA as tubulações metálicas, as estruturas metálicas, as massas metálicas e a malha de terra do sistema elétrico de potência e de sinal, dentro do volume a proteger numa ligação eqüipotencial como prescreve a NBR 5410:2004.

### **5. Periodicidade das inspeções**

- Uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada anualmente.

- Inspeções completas devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos de:

Item 6.3.2 – ABNT NBR 5419:2005

c) 5 anos, para estruturas destinadas a fins residenciais, comerciais, administrativos, agrícolas ou **industriais**, excetuando-se áreas classificadas com risco de incêndio ou explosão.



Roberto Barros Eng<sup>o</sup> Eletricista CREA 18.607 - D/PE

# ANEXO G – Memorial de Cálculos SPDA - Projeto Elétrico do Novo Galpão da UGB-01

## MEMÓRIA DE CÁLCULO

### SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - ABNT NBR 5419:2005

**Cliente:** ACUMULADORES MOURA S.A.  
**Endereço:** RUA DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 195, EDSON M. MOURA, CEP: 55150-615, BELO JARDIM-PE  
**Prédio:** NOVO GALPÃO UGB-01

#### 1) Parâmetros da edificação

L(m)= 90,40 comprimento  
W(m)= 30,80 largura  
H(m)= 30,00 altura

#### 2) Avaliação do risco de exposição

Ae = área de exposição (m<sup>2</sup>)  
Ae = L x W + 2 x L x H + 2 x W x H + 3,1416 x H<sup>2</sup>  
Ae = 12.883,75 m<sup>2</sup>

#### 3) Densidade de descargas para a Terra (Ng)

Obtido à partir do Mapa de curvas isocerânicas - Brasil (NBR-5419:2005, Anexo B, fig. B.1-a)  
Td = 30 dias com trovoadas por ano na região da edificação.  
Ng = 0,04 x Td<sup>1,25</sup>  
Ng = 2,81 descargas/km<sup>2</sup>/ano

#### 4) Freqüência anual previsível de descargas (N)

N = Ng x Ae x 10<sup>-6</sup> por ano  
N = 0,03618 por ano

#### 5) Fatores de ponderação

Fator	Descrição	Características da Edificação	Valor
A	Tipo de ocupação	Fábricas, oficinas e laboratórios	1,00
B	Tipo de construção	Aço revestida com cobertura não metálica	0,20
C	Conteúdos e efeitos indiretos	Estruturas industriais agrícolas com objetos suscetíveis de danos	0,80
D	Localização	Localiz. em grande área c/ estruturas/árvores mesma altura ou + altas	0,40
E	Topografia	Elevações moderadas, colinas	1,00

#### 6) Ponderação da freqüência anual previsível de descargas (Np)

Np = descargas por ano  
Np = N x A x B x C x D x E  
Np = 0,00232 descargas/ano

#### 7) Conclusão

Resultado	Item	Np (exponencial)	Np (decimal)	Situação SPDA
X	A	Np maior ou igual a 10 <sup>-3</sup>	Np >= 0,001	Obrigatório
	B	Np entre 10 <sup>-3</sup> e 10 <sup>-5</sup>	0,001 > Np > 0,00001	Opcional
	C	Np menor ou igual a 10 <sup>-5</sup>	Np <= 0,00001	Dispensado

#### PARECER TÉCNICO

Em função do resultado acima e das prerrogativas legais, atesto que é **OBRIGATÓRIO** a instalação do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), na edificação supracitada, de acordo com os parâmetros e termos prescritos pela NBR-5419:2005 e suas atualizações.

Recife, 15 de Fevereiro de 2012



\_\_\_\_\_  
Roberto Barros  
Eng. Eletricista - CREA 18.607D/PE

ANEXO H – Cronograma de Atividades  
Preliminares - Projeto de Construção da  
Subestação de 69/13,8kV





ANEXO I – Dados de Curto Circuito -  
Projeto de Construção da Subestação de  
 $69/13,8kV$



## MOURA II

**RS: 960/2012 – OS: 957/2012**

**Objetivo:** Os dados abaixo têm como objetivo informar ao cliente os dados de curto circuito atuais em seu PDE. Estes dados serão essenciais na elaboração do estudo de seletividade como também no dimensionamento dos equipamentos da subestação do cliente. A Celpe orienta aos clientes novos e antigos que pretendem apresentar um novo projeto sempre solicitarem estes dados previamente.

1 – Seguem abaixo os dados de curto-circuito no PDE do cliente como também na barra de 69kV da Subestação da Celpe que atende o cliente. Os valores de corrente estão em ampères.

### Curto-circuito

#### RELATORIO DE NIVEIS DE CURTO-CIRCUITO

IDENTIFICACAO			TRIFASICO			MONOFASICO		
NUM.	NOME	VBAS	MOD(kA)	ANG(gr)	X/R	MOD(kA)	ANG(gr)	X/R
78	B. JARDIM	69.0	2.69	-71.90	3.06	1.43	-77.73	4.60
98	MOURA2	69.0	2.57	-71.69	3.02	1.37	-77.57	4.54

#### RELATORIO DE IMPEDANCIAS DE BARRA

IDENTIFICACAO		SEQUENCIA	POS.	SEQUENCIA	ZERO	REATOR DE CURTO	
NUM.	NOME	MOD(Z%)	ANG(gr)	MOD(Z%)	ANG(gr)	MOD(Z%)	ANG(gr)
78	B. JARDIM	31.1550	71.90	113.9888	80.91	144.8414	78.98
98	MOURA2	32.6028	71.69	119.1561	80.78	151.4374	78.83

2 – Pelo **nível de curto circuito** no PDE do cliente a Celpe recomenda um TC de proteção com uma relação mínima de **200/5**.

3 – Segue abaixo os ajustes do relé da Celpe que atende o cliente. O estudo de seletividade que o cliente deverá apresentar a Celpe deverá mostrar que existe seletividade entre o relé do cliente e os ajustes abaixo.

#### Ajustes 12M2/SE BELO JARDIM:

	AJUSTES DE FASE	AJUSTES DE NEUTRO
<b>TIPO (FABRICANTE)</b>	<b>ZIV</b>	<b>ZIV</b>
<b>RTC</b>	<b>300/5</b>	<b>300/5</b>
<b>TAP INSTANTÂNEO - 50</b>	<b>BLOQ</b>	<b>BLOQ</b>
<b>TEMPO INSTANTÂNEO</b>	<b>****</b>	<b>****</b>
<b>TAP TEMPORIZADO - 51</b>	<b>3,5</b>	<b>1</b>
<b>CURVA</b>	<b>INVERSA</b>	<b>M.INVERSA</b>
<b>TMS/DIAL/ÍNDICE</b>	<b>0,15</b>	<b>0,2</b>

### **ORIENTAÇÕES DA UNIDADE DE PROTEÇÕES - EAPR:**

- A norma que o cliente deverá atender pode ser encontrada no site da Celpe [www.celpe.com.br](http://www.celpe.com.br)
- O manual do relé da Celpe pode ser obtido no próprio site do fabricante.
- O cliente deverá enviar o diagrama unifilar em pdf e o estudo de seletividade para o email [eapr@celpe.com.br](mailto:eapr@celpe.com.br), sempre com cópia para o responsável da área comercial que atende o cliente.
- Não esquecer de colocar no estudo de seletividade os itens abaixo:
  - Dados de curto na barra do cliente fornecidos pela Celpe.
  - Dados de placa dos transformadores de Potência (Potência, impedância e ligações).
  - Dados de placa dos transformadores de Corrente de proteção (Relações disponíveis, Fator Térmico, Fator de Sobrecorrente e Classe de exatidão).
  - Dados de placa dos transformadores de Potencial.
  - Dados de placa do disjuntor de Entrada (Corrente nominal, capacidade de curto circuito simétrica e assimétrica).
  - Relé de Proteção (Fabricante, modelo, funções ANSI disponíveis e manual do relé).
  - Demanda máxima contratada.
  - Descrever os critérios adotados na definição de cada função de proteção.
  - Coordenogramas de fase e neutro.
  - Os ajustes das funções 27 e 59 devem levar em consideração a suportabilidade e sensibilidade dos equipamentos do cliente.
  - Colocar na última página do estudo de seletividade uma tabela com o resumo dos ajustes definidos. É importante que os ajustes definidos estejam dentro do range que o relé permite.
  - Para clientes com geração em rampa, fornecer os dados de placa dos geradores, (Potência, impedâncias  $X''d$ ,  $X'd$ ,  $X_d$  e  $X_o$ ). Como também informar o valor total em ampères da contribuição dos geradores que passará pelo seu TC de proteção para um curto na barra do cliente e na primeira barra remota da Celpe.
- Quando a EAPR receber o estudo de seletividade e o diagrama unifilar será feito uma análise e emitido um parecer para o cliente.
- Qualquer dúvida relacionada à proteção poderá ser enviada para o email [eapr@celpe.com.br](mailto:eapr@celpe.com.br).

Atenciosamente,

Unidade de Proteções - EAPR