

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

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

Danilo Freire de Araújo

Campina Grande - Paraíba - Brasil

© Danilo Freire de Araújo, Dezembro de 2015.

Danilo Freire de Araújo

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

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

Área de Concentração: Processamento da Energia

Professor George Rossany Soares de Lira, D. Sc.  
Orientador

Campina Grande - Paraíba - Brasil

Dezembro de 2015.

Danilo Freire de Araújo

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

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

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em                    /                    /

**Professor Avaliador**

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

**Professor George Rossany Soares de Lira, D. Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador, UFCG

Campina Grande - Paraíba - Brasil

Abril de 2015.

# Agradecimentos

Agradeço a Deus pelo dom da vida. Por todas as conquistas e vitórias alcançadas. Por não desamparar os seus.

Aos meus pais pelo apoio e carinho. Por me incentivarem e me ajudarem em todos os momentos. Aos meus irmãos, pela amizade e companheirismo. À vocês, muito obrigado! Aos meus avós, tios e tias e parentes pelo carinho e força.

A minha noiva Priscila, pela paciência, zelo e compreensão. Por acreditar e me apoiar. Amo você! Aos meus cunhados e a minha sogra pelo incentivo e confiança.

Aos meus amigos da graduação Danilo e Kalina, Fellipe, Ramon, Daniel, Rubem, Rodrigo, Glauber e Damião pela ajuda, conselhos e palavras de incentivo.

Ao meu supervisor de estágio Vanderley Maia, pela orientação, conselhos e sugestões. Pela confiança e disposição em me ajudar. Aos colegas de trabalho Ermeson, Maurílio, Edmilson, Natália, Paulo, Erinaldo, Alberison, Istaél, Geraldo, Max Suel e demais funcionários do setor pela consideração, ensinamentos, conversas e pelo apoio durante o estágio. As empresas terceirizadas, nas pessoas de Adriel (AG), Norberto (N2A) e Eli (Avante) pela ensinamentos e palavras.

Aos colegas de estágio em especial Igor, Diego, Tarcisio, Tairine, Willy, Armando, Rayan e os demais por tornarem a convivência prazerosa e pela amizade. Aos colegas da república pela hospitalidade e receptividade.

A empresa Moura pela oportunidade de estágio e pela contribuição valiosa na minha vida profissional e pessoal.

Ao professor George Rossany pela orientações, conselhos e correções. Sua colaboração foi importante para realização desse trabalho. A UFCG, em especial aos professores e funcionários do departamento de Engenharia Elétrica pelos esclarecimentos e contribuição acadêmica.

Em fim, a todos que contribuíram de alguma forma na minha vida pessoal e profissional.

# Sumário

<b>Lista de Figuras</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>ix</b>
<b>Resumo</b>	<b>x</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2 A Empresa</b>	<b>2</b>
2.1 Histórico . . . . .	2
2.2 Estrutura Organizacional . . . . .	4
2.3 Baterias . . . . .	5
2.4 Local de Estágio . . . . .	9
<b>3 Processo de Fabricação de Baterias Chumbo Ácido</b>	<b>11</b>
<b>4 Atividades Realizadas</b>	<b>13</b>
4.1 Adequação a NR-10 . . . . .	13
4.1.1 Atualização dos Diagramas Unifilares . . . . .	14
4.1.2 Mapeamento do Sistema Elétrico da Moura . . . . .	15
4.2 Manutenção e Monitoramento das Subestações . . . . .	19
4.3 Elaboração do Projeto Elétrico da Sala de Descanso da Área de Lazer . . . . .	23
4.3.1 Projeto de Iluminação e Tomadas . . . . .	23
4.3.1.1 Divisão em Circuitos . . . . .	23
4.4 Elaboração do Projeto do Circuito de Monitoramento de Temperatura dos Transformadores da Subestação . . . . .	26

---

<b>5 Conclusões</b>	<b>35</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>36</b>
<b>Anexos</b>	<b>37</b>
<b>Anexo A - Diagrama Elétrico do Sistema de Potência Moura - Unidade 01</b>	<b>38</b>
	<b>39</b>
<b>Anexo B - Diagrama do Sistema Elétrico Moura - Unidade 01</b>	<b>40</b>
	<b>41</b>
<b>Anexo C - Diagrama Elétrico da Sala de Descanso</b>	<b>42</b>
	<b>43</b>

# Lista de Figuras

2.1	Estrutura Organizacional da Moura . . . . .	5
2.2	Fotografia de uma bateria automotiva típica . . . . .	6
2.3	Fotografia de uma bateria Moura Log . . . . .	6
2.4	Fotografia de uma bateria Moura Clean . . . . .	7
2.5	Fotografia de uma bateria Moura Boat . . . . .	8
2.6	Fotografia de uma bateria Moura Moto . . . . .	9
2.7	Fotografia do Setor de Energia e Automação da Unidade - 01 . . . . .	10
3.1	Processo de fabricação da bateria chumbo ácido . . . . .	12
4.1	Diagrama unifilar do sistema de potência da Acumuladores Moura (Unidade 01) . . . . .	14
4.2	Aproximação da Figura 4.1 para melhor visualização . . . . .	15
4.3	Parte do mapeamento do sistema elétrico da Moura - Unidade 01 . . . . .	16
4.4	Diagramas unifilares das subestações: (a) SE-04; e (b) SE-10 . . . . .	16
4.5	Tag's utilizados para a identificação dos quadros . . . . .	17
4.6	Exemplo de um quadro com nova identificação . . . . .	18
4.7	Termografia no Trafo de 2000 kVA da SE09 . . . . .	20
4.8	Interface de apresentação do SSEE na unidade 01 da Acumuladores Moura . . . . .	22
4.9	Interface da subestação 08 que registra dados de potências, demanda, fator de potência entre outros . . . . .	22
4.10	Parte da norma NBR 5410 que foi utilizada no projeto(ABNT, 2004b) . . . . .	25
4.11	Métodos de referência.(ABNT, 2004b) . . . . .	25
4.12	Exemplo de um arduino . . . . .	27

---

4.13 Sensores de temperatura utilizados: (a) DHT11; e (b) DS18B20 . . . . .	28
4.14 Componentes: (a) Módulo de Rádio APC220; e (b) Display LCD com Keypad	29
4.15 Fotografia do circuito montado para testes . . . . .	30
4.16 Exemplo de módulo Xbee . . . . .	31
4.17 Componentes: (a) Xbee Explorer USB ; e (b) Arduino Xbee Shield . . . .	31
4.18 Estrutura básica de uma rede Xbee . . . . .	32
4.19 Fotografia do software XCTU mostrando a comunicação entre os módulos .	33
4.20 Fotografia do circuito montado para testes . . . . .	33
4.21 Fotografia do Módulo Xbee conectado ao computador (Coordinator) . . . .	34



# Lista de Tabelas

4.1	Lista de siglas para representação dos quadros elétricos . . . . .	17
4.2	Subestações ativas da unidade 01. . . . .	19
4.3	Dimensionamento da área e perímetro . . . . .	24
4.4	Potência iluminação - Sala de descanso . . . . .	24
4.5	Quantidade de tomadas . . . . .	24
4.6	Previsão de cargas . . . . .	24
4.7	Cálculo da corrente . . . . .	24
4.8	Dimensionamento das bitolas e condutores. . . . .	26

# Resumo

O presente relatório é referente ao estágio curricular realizado pelo aluno Danilo Freire de Araújo, 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 responsável por toda a supervisão, desenvolvimento e manutenção das instalações elétricas na Unidade 01 - Matriz. Sob a orientação do engenheiro Vanderley Maia Gomes, o estagiário desenvolveu várias atividades, tais como: elaboração e supervisão de projetos elétricos e eletrônicos, compra de material elétrico, contratação de empresas terceirizadas, mapeamento do sistema elétrico, atividades administrativas, monitoramento das subestações e adequação da empresa à norma regulamentadora nº 10 (NR-10).

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

# Capítulo 1

## Introdução

Este documento descreve de forma sucinta as atividades desenvolvidas no estágio curricular realizado na empresa Acumuladores Moura S/A - Unidade 01, localizada na cidade de Belo Jardim - PE. O estágio compreendeu o período de seis meses no setor de Energia e Automação, cuja responsabilidade é manter e supervisionar o sistema elétrico da Moura.

Durante esse período, foram desenvolvidas atividades ligadas a área de engenharia elétrica, das quais destacam-se adequação da empresa à norma regulamentadora nº 10 (NR-10), monitoramento e manutenção das subestações, elaboração e supervisão de projetos elétricos e eletrônico. Também foram realizadas outras atividades burocráticas como compra de material elétrico, atividades administrativas e liderança.

Neste relatório são descritas informações gerais sobre a empresa, estrutura organizacional e, de forma breve, o processo de fabricação das baterias chumbo ácido. Assim como, serão apresentadas as atividades desenvolvidas pelo estagiário durante os seis meses de trabalho.

# Capítulo 2

## A Empresa

A Baterias Moura é uma empresa que fabrica acumuladores elétricos para os mercados automotivo, náutico, logístico, de telecomunicações, de sistemas no-break e energia alternativa. Com 57 anos e uma capacidade de produção superior a 7 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.

### 2.1 Histórico

A empresa Acumuladores Moura S/A foi fundada em 1957, na cidade de Belo Jardim, pelo químico industrial Edson Mororó Moura junto com sua esposa e colega de profissão Maria da Conceição Viana Moura.

No começo, as baterias eram muito fracas, e as vendas se resumiam ao interior de Pernambuco, da Paraíba e de Alagoas. Eram produzidas, em média, 50 baterias por mês. Além disso, o custo para se fazer as baterias era elevadíssimo e a qualidade delas era ruim. A devolução de baterias era alta.

Com quase 10 anos de existência, a empresa acabou conseguindo um financiamento do Banco do NE e da Sudene para a construção de uma planta industrial mais moderna, com um equipamento de qualidade para fabricar uma boa bateria. Em 1968, a Moura celebrou

uma parceria com a Chloride, a maior montadora de baterias na época, o que trouxe avanços bastantes significativos. Além disso, a Chloride possuía acordos com montadoras brasileiras. A partir daí a empresa começou a atuar em todo o território brasileiro. Foi quando surgiram as unidades de distribuição.

Daí pra frente, a Moura sempre procurou melhorar o funcionamento da empresa e a qualidade dos produtos, comprando novas tecnologias, fazendo parcerias e ampliando a sua rede de distribuição para todo o Brasil e também para outros países como Inglaterra, Argentina, Porto Rico, Paraguai, Uruguai, Chile. E foi assim que aquela modesta fábrica de baterias automotivas, fundada em 1957, no quintal de uma casa em Belo Jardim, tornou-se um dos grandes grupos econômicos e industriais brasileiros.

A sequência cronológica dos principais fatos da empresa são mostrados a seguir:

- 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;
- 2012 - Lançamento da nova bateria Moura Automotiva;
- 2012 - Lançamento da bateria Moura Moto;
- 2013 - Lançamento da bateria Moura VRLA.

## 2.2 Estrutura Organizacional

A Moura é dividida em diversas unidades, tanto no Brasil e quanto em países da América do Sul, onde cada unidade é responsável por um processo distinto para obtenção do produto final, como pode ser visto na Figura 2.1.

Figura 2.1 – Estrutura Organizacional da Moura

Unidade	Produtos	Localização
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 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 DE PORTO RICO	Baterias para montadoras e reposição na Porto Rico	Carolina
RADESCA – DEPÓSITO URUGUAI	Baterias para montadoras e reposição na Uruguai	Montevideu
RIOS RESPUESTOS DEPÓSITO PARAGUAI	Baterias para montadoras e reposição na Paraguai	Assunção

## 2.3 Baterias

A Acumuladores Moura S/A produz baterias que atende aos setores automobilístico, náutico, estacionário e tracionário. Cada qual com seu espaço no mercado, as baterias Moura são reconhecidas pela qualidade e durabilidade.

Considerada a principal fornecedora de baterias automotivas, já conquistou importantes prêmios de qualidade concedidos pelas principais montadoras automobilísticas, a exemplo da Fiat, Ford, GM, Mercedes-Benz e Volkswagen.

**Figura 2.2** – Fotografia de uma bateria automotiva típica



A linha de baterias tracionárias Moura Tração (Figura 2.3) oferece elevado desempenho nas mais severas condições de uso, especialmente as resultantes das 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 2.3** – Fotografia de uma bateria Moura Log





A Bateria Clean, conforme a Figura 2.4, 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 são usadas em diversas aplicações, como sistemas de telecomunicações, no-breaks, subestações elétricas e alarmes de emergência.

**Figura 2.4** – Fotografia de uma bateria Moura Clean



Em uma embarcação, as baterias podem ter duas funções distintas: partida e serviço. A primeira delas é utilizada para dar a partida no motor da embarcação e é projetada para fornecer uma alta corrente durante um curto intervalo de tempo. Já a bateria de serviço é utilizada para alimentar os equipamentos e utilidades elétricas da embarcação, tais como iluminação, rádio, GPS, radar e outros itens de consumo.

As baterias da linha Moura Boat oferecem alto desempenho e durabilidade em aplicações náuticas (Figura 2.5).

**Figura 2.5** – Fotografia de uma bateria Moura Boat



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 esse segmento: 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 2.6 ilustra esse tipo de bateria.

**Figura 2.6** – Fotografia de uma bateria Moura Moto

## 2.4 Local de Estágio

O estágio foi realizado no setor de Energia e Automação da Unidade 01 em Belo Jardim. O departamento conta com um gestor (Vanderley Maia - supervisor de estágio), três estagiários e quatro técnicos fixos, além de eletricitas trabalhando e dando suporte em outros setores da fábrica. As principais funções dos setores são: supervisão, desenvolvimento e manutenção da estrutura elétrica da fábrica. Na Figura 2.7 é mostrado o local onde se realizou a maior parte das atividades do estágio.

**Figura 2.7** – Fotografia do Setor de Energia e Automação da Unidade - 01



## Capítulo 3

# Processo de Fabricação de Baterias Chumbo Ácido

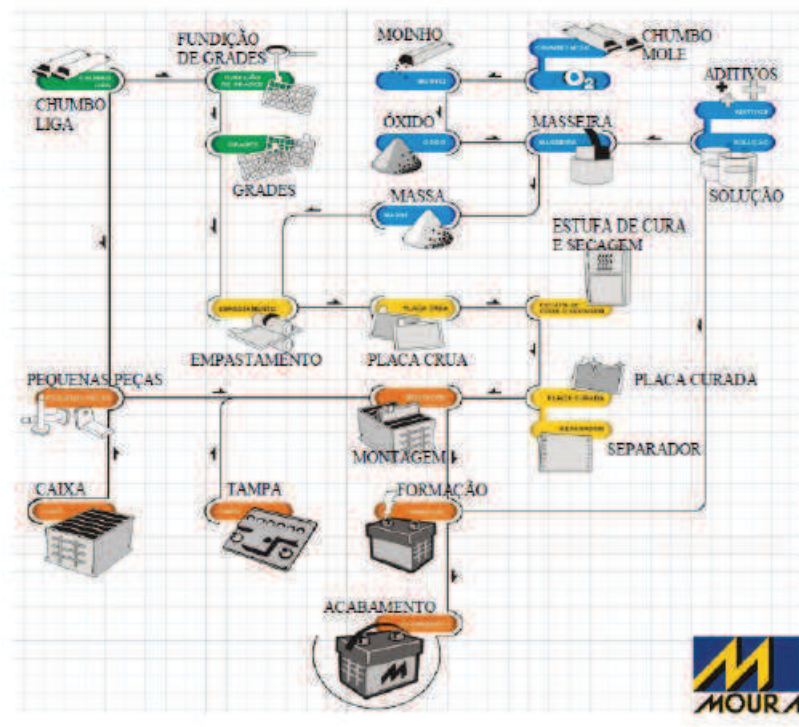
No processo de fabricação de baterias, existem dois inputs na produção do acumulador: o chumbo mole e o chumbo liga. A partir do chumbo mole é produzido o óxido de chumbo nos moinhos. O óxido é utilizado na masseira para se produzir a massa. Além do óxido, são adicionados água e aditivos para compor a massa. Simultaneamente, a partir do chumbo liga são produzidas as grades.

A massa é empastada na grade, formando a placa. As placas são levadas para as estufas, onde passam por um processo de cura e secagem. Na montagem, com as placas curadas são colocados separadores (geralmente nas placas negativas) para que não haja curto entre as placas (positiva e negativa). Os grupos de placas (denominados elementos) são colocadas nas caixas e seladas.

Após serem montadas, as baterias são levadas ao processo de formação. Nesse processo é adicionada a solução, que é composta por água e ácido sulfúrico. Em seguida, as baterias são colocadas nos bancos e carregadas. Por fim, são inspecionadas, rotuladas e plastificadas (acabamento).

O fluxograma geral do processo de fabricação da bateria é mostrado na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Processo de fabricação da bateria chumbo ácido



# Capítulo 4

## Atividades Realizadas

Durante os seis meses de estágio foram desenvolvidas várias atividades, dentre elas destacam-se: adequação da empresa a norma regulamentadora n° 10 (NR-10), mapeamento do sistema elétrico, monitoramento e manutenção das subestações, elaboração do projeto elétrico da sala de descanso e o projeto do circuito de monitoramento de temperatura dos transformadores das subestações.

### 4.1 Adequação a NR-10

Poucas atividades são tão arriscadas e requer tantos cuidados quanto às atividades com a eletricidade. Dessa forma, o Ministério do Trabalho e Emprego através da Portaria n° 3.214, de 08 de junho de 1978, criou a norma regulamentadora n° 10 (Instalações e Serviços de Eletricidade), que posteriormente reformulada pela Portaria n.º 598, de 07 de dezembro de 2004, intitulou-se como a norma regulamentadora n° 10 (Segurança em instalações e serviços em eletricidade).

A NR-10 (norma regulamentadora 10) é uma norma que tem como caráter regulamentar todos os serviços que envolvam eletricidade e seus riscos, além de garantir a saúde e segurança dos que estejam envolvidos direta e indiretamente nestas atividades e serviços.

Com intuito de atender a NR-10, a Moura contratou em 2011 uma empresa de consultoria (N2A Engenharia) para iniciar os trabalhos de adequação à norma. Muitos avanços foram alcançados com esta consultoria, em especial pela organização do prontuário das instalações elétricas, definição dos pontos de melhoria e desenvolvimento de um plano de ação. A seguir são descritas as atividades realizadas pelo estagiário com relação a NR-10.

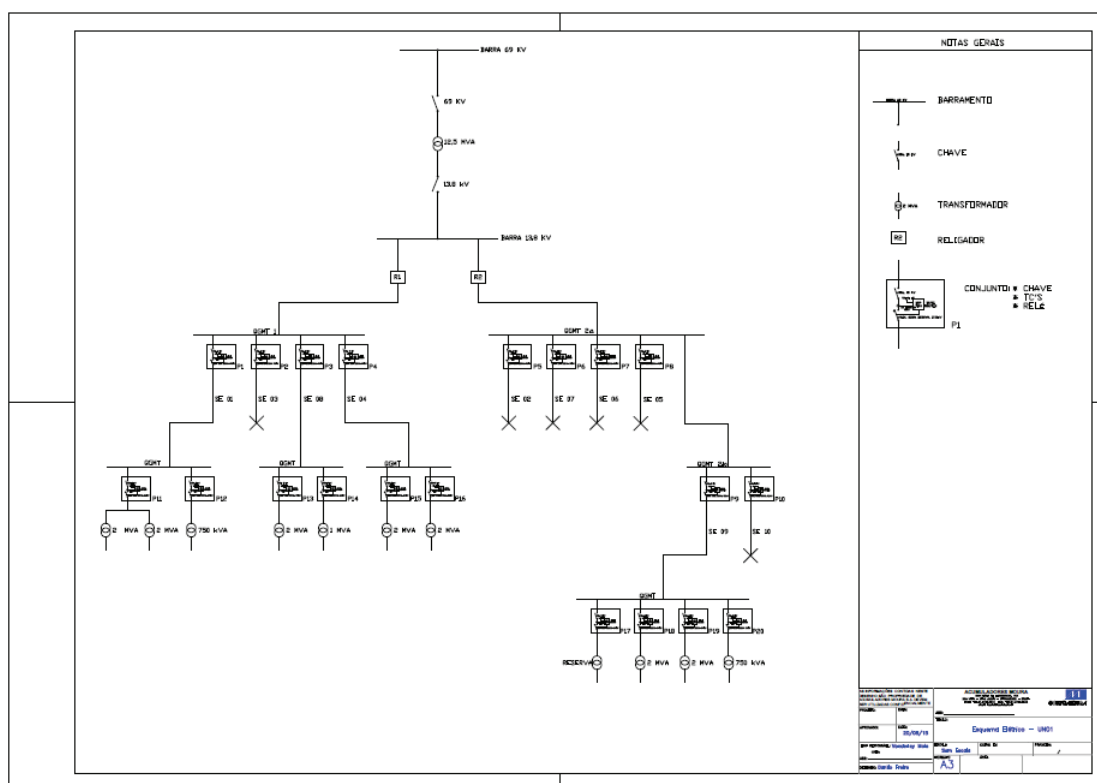
### 4.1.1 Atualização dos Diagramas Unifilares

Segundo 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 (ABNT, 2004a).

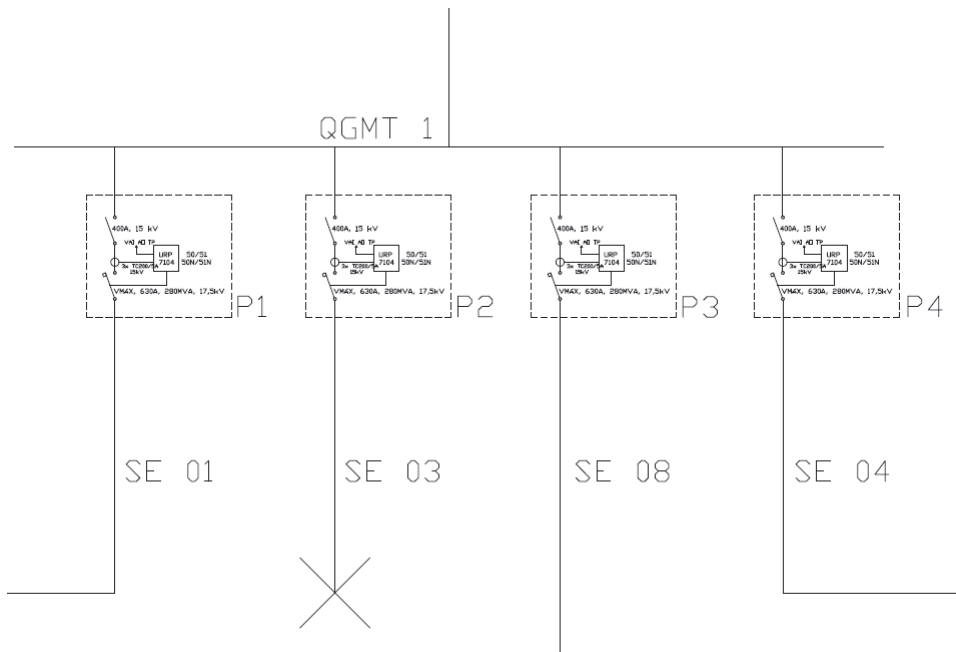
Com objetivo de seguir esse tópico, o estagiário realizou a atualização dos diagramas unifilares existentes na Unidade 01. Inicialmente, foram percorridas todas subestações da unidade, sempre acompanhado por um profissional habilitado para abri-las, fazendo comparações entre diagramas disponíveis e situação real.

Depois de uma análise detalhada, foram verificadas divergências no diagrama unifilar geral da Unidade 01. Assim, foi efetuada a atualização do desenho através do software AutoCAD Electrical 2012 conforme as Figuras 4.1 e 4.2 (ver Anexo A). As principais modificações foram a inserção dos transformadores das subestações 04 e 10, religadores e as PEX's (conjunto de chaves, relés e TC's).

**Figura 4.1** – Diagrama unifilar do sistema de potência da Acumuladores Moura (Unidade 01)





**Figura 4.2** – Aproximação da Figura 4.1 para melhor visualização

#### 4.1.2 Mapeamento do Sistema Elétrico da Moura

O mapeamento de um sistema elétrico proporciona uma análise rápida e permite que técnicos e engenheiros possam planejar suas manobras de maneira mais rápida.

Inicialmente o estagiário percorreu juntamente com um profissional qualificado toda a Unidade 01, localizando os quadros de baixa/média tensão para identificar as cargas. Depois da identificação, percebeu-se que o diagrama existente estava desatualizado. Na Moura ocorre frequentemente alterações de cargas, o diagrama deve ser atualizado periodicamente. Na Figura 4.3 pode-se ver aproximação da imagem referente a atualização do sistema elétrico da Moura - Unidade 01. As principais alterações foram: ativação das subestações 04 e 10 (ver Figuras 4.5(a) e 4.5(b)) e entradas e saídas de cargas. O diagrama geral encontra-se no Anexo B.

Figura 4.3 – Parte do mapeamento do sistema elétrico da Moura - Unidade 01

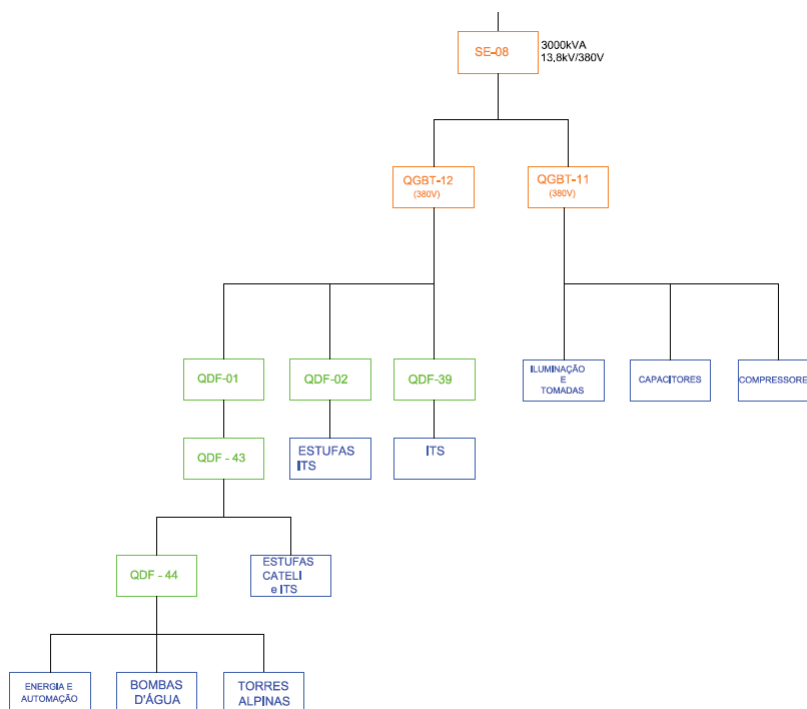
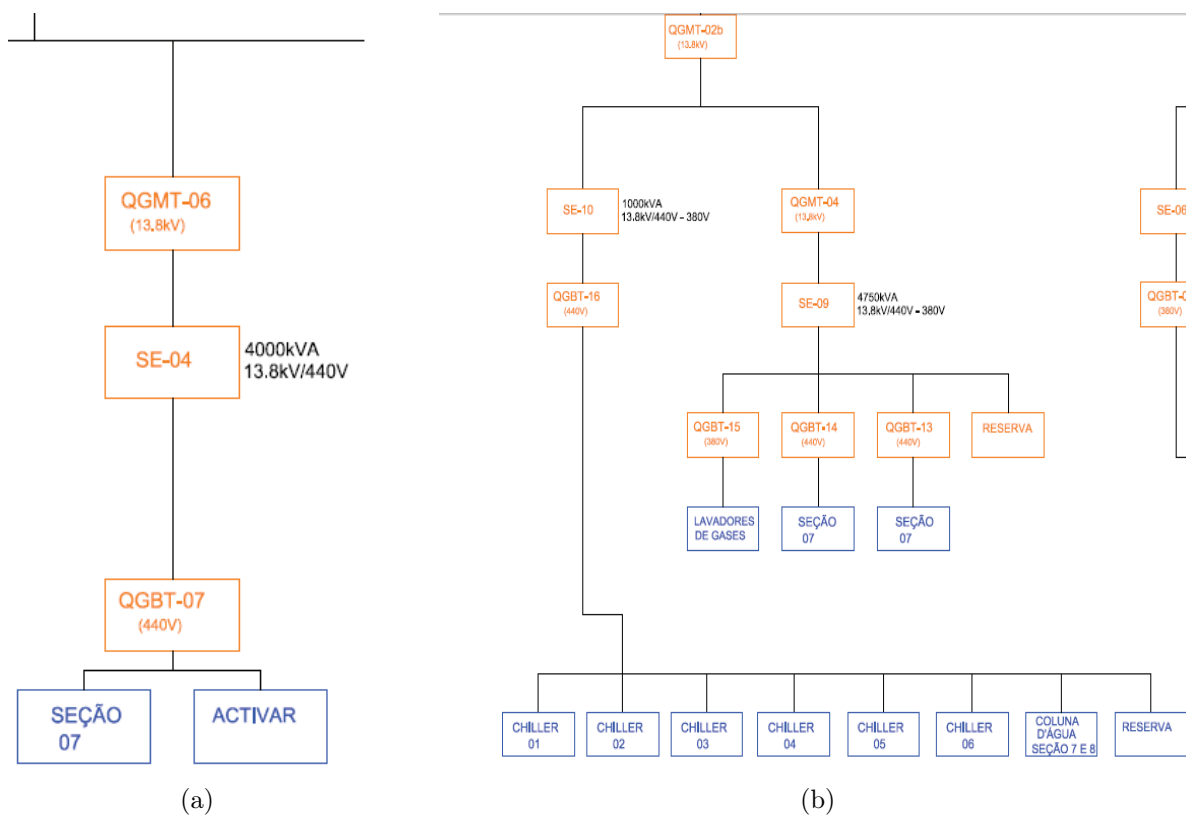


Figura 4.4 – Diagramas unifilares das subestações: (a) SE-04; e (b) SE-10



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 4.1.

**Tabela 4.1** – Lista de siglas para representação dos quadros elétricos

Tag	Significado	Tensão
QGMT	Quadro geral de média tensão	13,8 kV
QGBT	Quadro geral de baixa tensão	380 / 440 V
QDF	Quadro de distribuição e força	380 V
QIL	Quadro de iluminação	220 V

Todas as principais cargas foram consideradas, bem como os quadros elétricos até a subestação principal (SE-69). Com o intuito de identificar os quadros da fábrica, criou-se uma placa indicativa para cada um deles, conforme a Figura 4.5.

**Figura 4.5** – tags utilizadas para a identificação dos quadros



Os quadros que ficam dentro das subestações receberam uma *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 uma *tag* verde, indicando que apenas os eletricitas da Moura podem operá-los.

Após a aquisição das *tags*, feita pelo setor de Compras, os mesmos foram fixados nos quadros. A Figura 4.6 mostra o quadro de energia e automação com a sua respectiva *tag*. Assim como este, outros 7 quadros foram identificados através deste procedimento.

**Figura 4.6** – Exemplo de um quadro com nova identificação



A utilização da planta no anexo B, juntamente com as *tags* nos quadros, proporciona a identificação clara das principais partes do sistema elétrico da Unidade 01. Espera-se, então, que os próximos trabalhos caminhem no sentido de deixar cada vez mais claro o sistema elétrico da Moura - Unidade 01.

## 4.2 Manutenção e Monitoramento das Subestações

A planta elétrica da Unidade 01 possui nove subestações abaixadoras ativas, sendo uma de 69kV/13,8kV, quatro de 13,8 kV 380 V e quatro de 13,8 kV/440 V. A Tabela 4.2 abaixo mostra as cargas conectadas às subestações.

**Tabela 4.2** – Subestações ativas da unidade 01.

SE	Cargas Principais	Especificação
SE69	Moura Unidade 01	10/12, 5 MVA - 69 kV/13, 8 kV
SE69	Sala de comando da SE69	45 kVA - 13, 8 kV/380 V
SE01	UGB01, UGB02 e Engenharia	2000 kVA - 13, 8 kV/380 V
SE02	UGB4 - Formação (Seção 04)	750 kVA - 13, 8 kV/380 V
SE02	UGB4 - Formação (Seção 02 e 03)	2000 kVA - 13, 8 kV/440 V
SE03	Montagem, Administrativo, Financeiro e Compras	2000 kVA - 13, 8 kV/380 V
SE04	Seção 08	2000 kVA - 13, 8 kV/440 V
SE04	Seção 08	2000 kVA - 13, 8 kV/440 V
SE05	UGB4 - Formação Seção 05	2000 kVA - 13, 8 kV/440 V
SE06	Acabamento	1000 kVA - 13, 8 kV/380 V
SE07	UGB4 - Formação Seção 06	2000 kVA - 13, 8 kV/440 V
SE08	Compressores	1000 kVA - 13, 8 kV/380 V
SE08	Estufas - UGB01	2000 kVA - 13, 8 kV/380 V
SE09	Seção 07	750 kVA - 13, 8 kV/380 V
SE09	Seção 07	2000 kVA - 13, 8 kV/440 V
SE09	Seção 07	2000 kVA - 13, 8 kV/440 V
SE10	Resfriadores de água	1000 kVA - 13, 8 kV/440 V

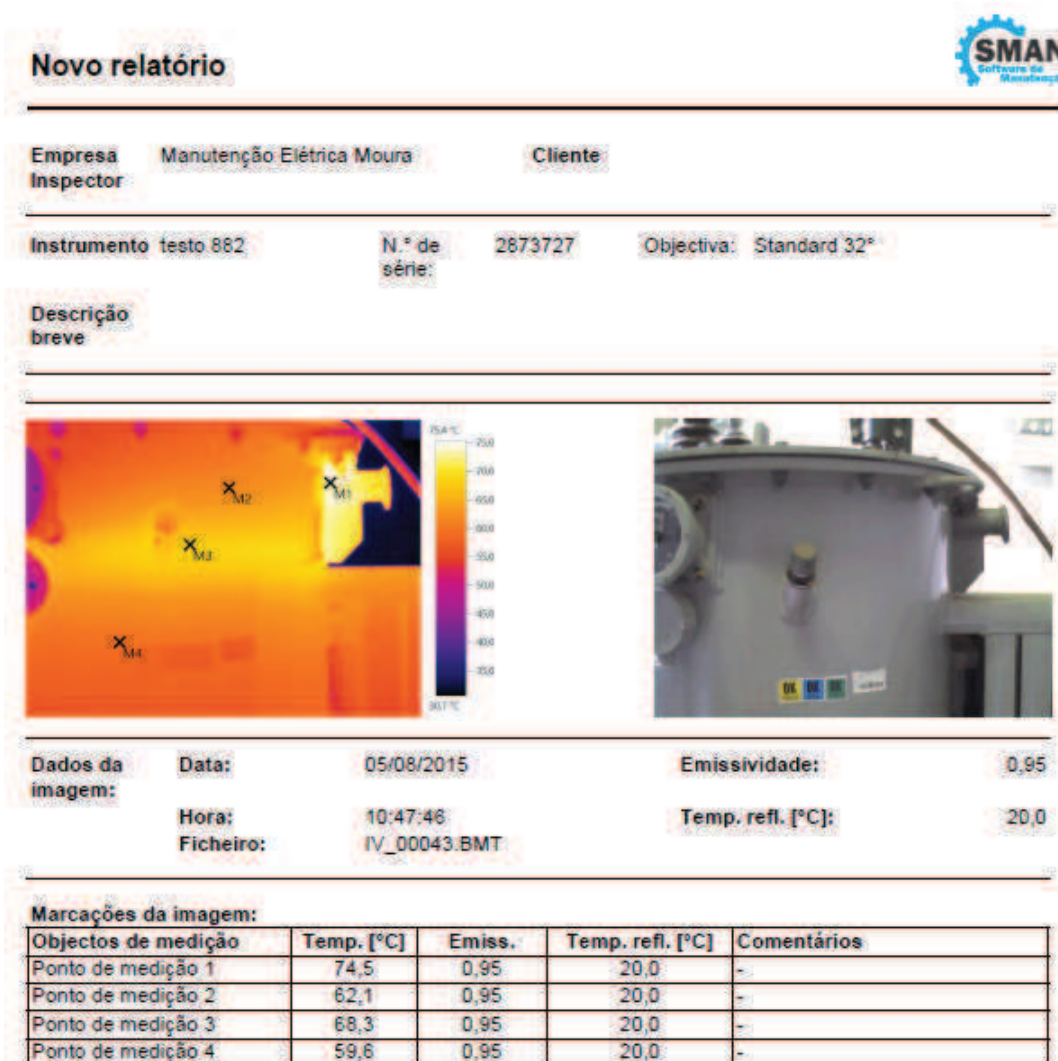
O trabalho realizado dentro das subestações foi importante para o enriquecimento prático sobre os sistemas de potência. Todas as ações foram executadas sempre com o apoio da AG Serviços, empresa responsável pela manutenção das subestações da Unidade 01.

Outra atividade desenvolvida foi a inspeção termográfica nos equipamentos das subestações para verificar superaquecimento ou pontos quentes. Na Figura 4.7 é apresentada uma termografia realizada no transformador de 2000 kVA da SE09.

A Termografia é uma técnica de inspeção não-destrutiva que se fundamenta na detecção e interpretação da radiação térmica emitida pelos equipamentos inspecionados, permitindo exame e 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 termograma. E, desta forma, são registrados para fins das subseqüentes providências (imediatas ou não) por parte dos interessados e posterior arquivamento.

**Figura 4.7 – Termografia no Trafo de 2000 kVA da SE09**



No caso de instalações e equipamentos elétricos, a inspeção termográfica busca a identificação / 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). Portanto, a Termografia integra-se perfeitamente aos programas de Manutenção Preditiva de redes e instalações elétricas em geral, painéis, subestações, motores elétricos, entre outros.

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.

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 pelas contas de energia não é suficiente para um melhor entendimento de cde 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, 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.

Era utilizado para o acompanhamento do consumo de energia das subestações 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 4.8 – Interface de apresentação do SSEE na unidade 01 da Acumuladores Moura

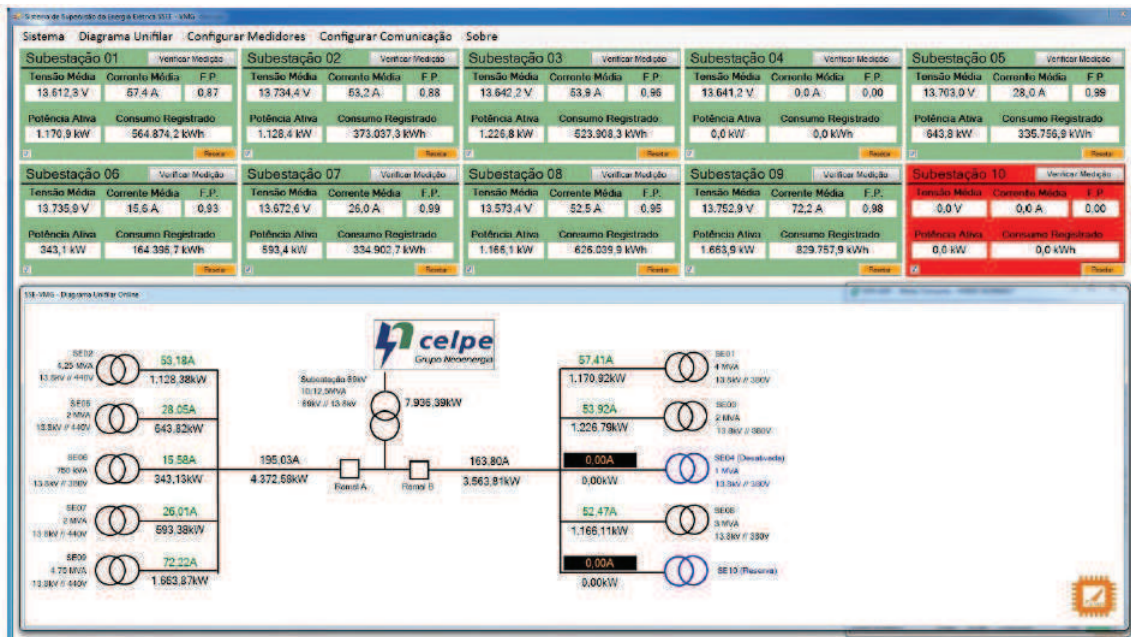
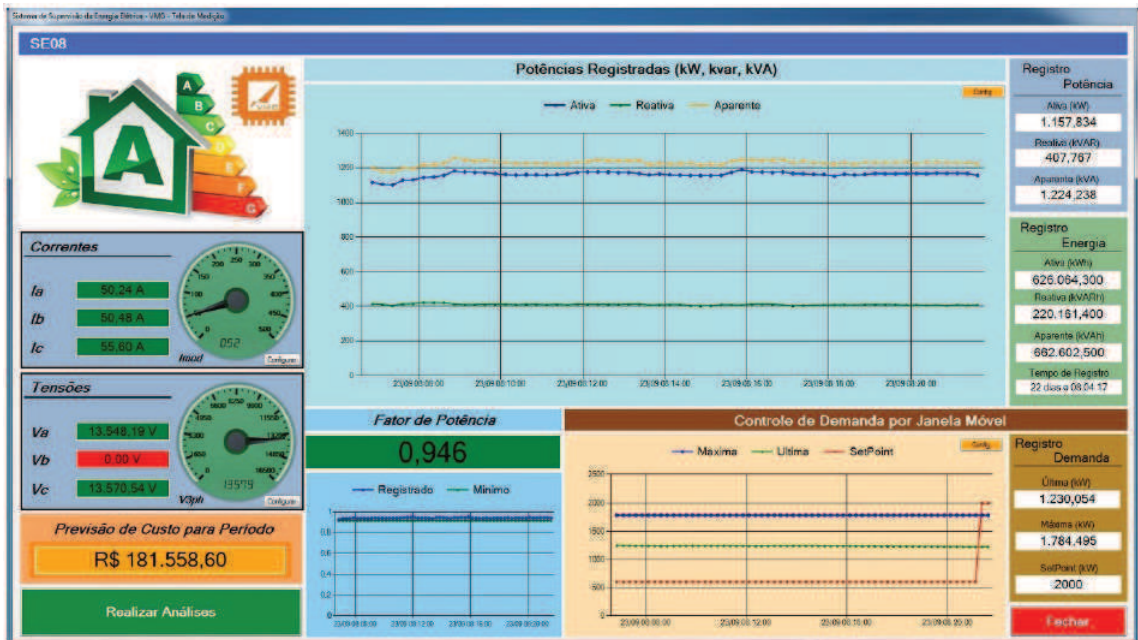


Figura 4.9 – Interface da subestação 08 que registra dados de potências, demanda, fator de potência entre outros



A Figura 4.8 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 (Figura 4.9).

### **4.3 Elaboração do Projeto Elétrico da Sala de Descanso da Área de Lazer**

A primeira atividade realizada com relação a essa etapa foi o estudo da norma regulamentadora 5410 (ABNT, 2004b). Essa norma estabelece as condições mínimas necessárias para o perfeito funcionamento de uma instalação elétrica de baixa tensão garantindo assim a segurança de pessoas e animais e preservação dos bens.

Para o desenvolvimento dos projetos elétricos foi necessário a utilização de alguns softwares como o Microsoft Excel e AutoCAD. Depois que o estudo da norma (ABNT, 2004b) foi encerrado, iniciou-se as atividades relativas à elaboração dos projetos.

#### **4.3.1 Projeto de Iluminação e Tomadas**

A área de lazer é composta por: sala de TV, sala de jogos, sala de descanso e três banheiros. O projeto elétrico foi elaborado para a sala de descanso.

Inicialmente foi analisada a planta baixa e corte provenientes do projeto arquitetônico. Baseado na ABNT (2004b), definiu-se a localização dos pontos de iluminação e de tomadas.

##### **4.3.1.1 Divisão em 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 (ABNT, 2004b). Já aparelhos como ar-condicionado que possuem corrente nominal maior que 10 A devem pertencer a circuitos exclusivos (MACINTYRE; NISKIER, 1996) e (FILHO, 2007b).

Após a divisão em circuitos, foi elaborado quadro de cargas baseados nas dimensões da sala (Tabela 4.3). Os quadros com as potências de cargas são mostrados nas Tabelas

abaixo.

**Tabela 4.3** – Dimensionamento da área e perímetro

Cômodo	Dimensões (m)		Área ( $m^2$ )	Perímetro (m)
	L	C		
Sala de Descanso	5,07	11,07	56,1249	32,28

**Tabela 4.4** – Potência iluminação - Sala de descanso

Dependência	Área ( $m^2$ )	Potência	
		Quantidade de pontos	Potência (VA)
Sala de Descanso	56,1249	3	820

**Tabela 4.5** – Quantidade de tomadas

Dependência	Perímetro (m)	TUG'S	TUE'S
Sala de Descanso	32,28	6	1

**Tabela 4.6** – Previsão de cargas

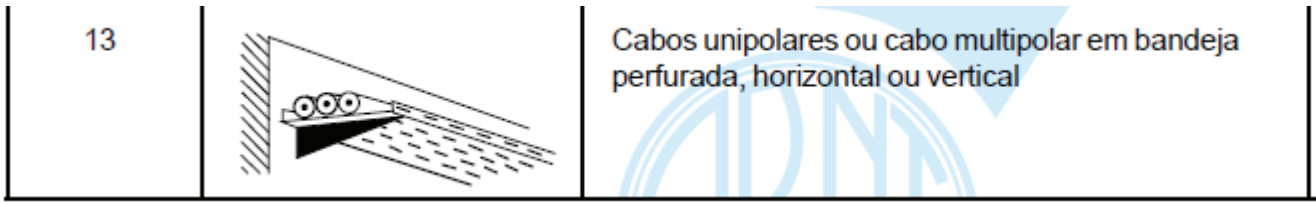
Dependência	PTUG's (VA)	PTUE's (VA)
Sala de Descanso	6x100	1x3600 (Ar condicionado)

**Tabela 4.7** – Cálculo da corrente

Circuito		Tensão (V)	Potência (VA)	Corrente (A)
Nº	Tipo			
1	Iluminação	220	820	3,72
2	TUG's	220	600	2,72
3	TUE's	220	3600	16,36

Quanto ao dimensionamento do cabo, utilizou-se a norma NBR 5410. A instalação dos condutores será feita através de eletrocalhas, conforme a Figura 4.10.

**Figura 4.10** – Parte da norma NBR 5410 que foi utilizada no projeto (ABNT, 2004b)



Depois de realizado os cálculos de acordo com Filho (2007a), a corrente necessária para alimentar o quadro foi de 20,8 A. Logo consultando a Figura 22 a bitola adequada seria de 4 mm<sup>2</sup> e um disjuntor geral de 25 A. Porém foi utilizado um cabo com bitola de 6 mm<sup>2</sup> e um disjuntor geral de 30 A. O diagrama elétrico final encontra-se no Anexo C.

**Figura 4.11** – Métodos de referência. (ABNT, 2004b)

**Tabela 33 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G**  
 - condutores isolados, cabos unipolares e multipolares - cobre e alumínio, isolação de PVC;  
 - temperatura de 70°C no condutor;  
 - temperatura ambiente - 30°C

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de instalação definidos na tabela 28							
	(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	

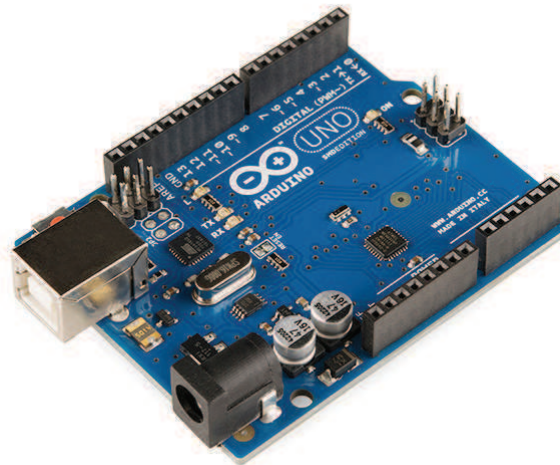
**Tabela 4.8** – Dimensionamento das bitolas e condutores.

Circuito		Tensão (V)	Potência (VA)	Corrente (A)	Bitola	Disjuntor (A)
Nº	Tipo					
1	Iluminação	220	820	3,72	1,5	10
2	TUG's	220	600	2,72	2,5	10
3	TUE's	220	3600	16,36	4	20
Geral		220	4455 W	20,8	6	30

#### 4.4 Elaboração do Projeto do Circuito de Monitoramento de Temperatura dos Transformadores da Subestação

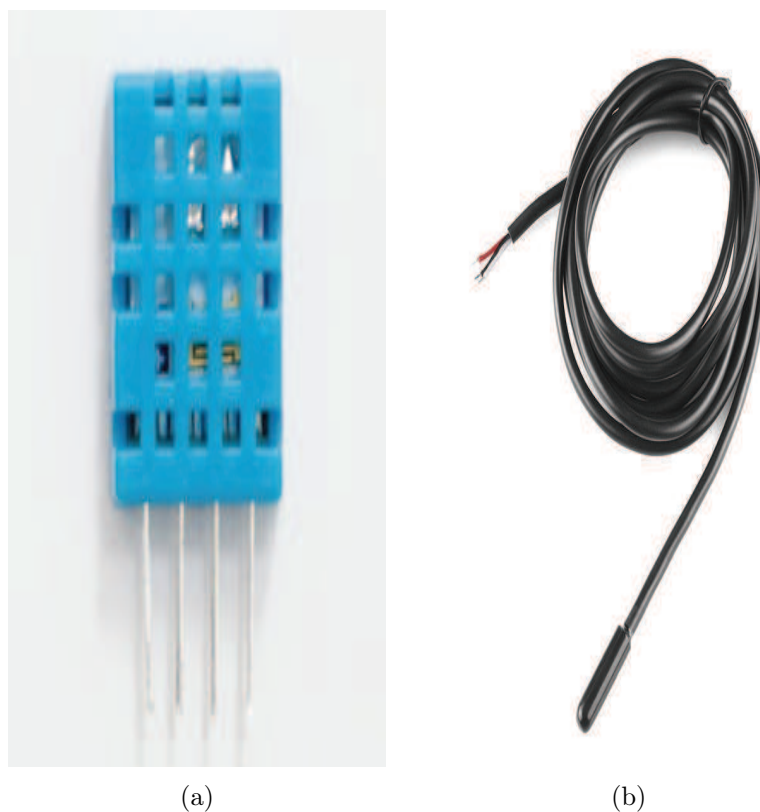
Durante as inspeções termográficas feitas nos transformadores das subestações, foi verificado sobreaquecimento em alguns pontos. Pensando nisso, foi pedido ao estagiário que elaborasse um circuito eletrônico que monitorasse a temperatura das subestações e também dos transformadores.

Após realizar pesquisas, foi escolhido a placa Arduino devido ao baixo custo, flexível e fácil de se usar. Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única (MARGOLIS, 2011), projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão e é essencialmente C/C++. O ambiente de desenvolvimento do Arduino é fácil de escrever, compilar, carregar programas e enviar o código para a placa de entrada e saída.

**Figura 4.12** – Exemplo de um arduino

O Arduino pode ser utilizado para desenvolver objetos autônomos ou iterativos (como um sistema de controle que necessita de acesso aos objetos do mundo físico), tomando as entradas a partir de uma variedade de sensores ou switches e controlando atuadores como LEDs, servo-motores, relés ou outros tipos de saída. Os projetos podem ser autônomos baseados na rotina escrita para o microcontrolador ou podem se comunicar com um software em execução no computador.

Após a escolha do arduino, era necessário pesquisar sensores de temperatura para o circuito em questão. Foram escolhidos os sensores: sensor de temperatura e umidade DHT11 e sensor de temperatura DS18B20 (ilustrados abaixo).

**Figura 4.13** – Sensores de temperatura utilizados: (a) DHT11; e (b) DS18B20

O DHT11 é um sensor de temperatura e umidade que permite fazer leituras de temperaturas entre 0 a 50 °C e umidade entre 20 a 90 %, muito usado para projetos com Arduino. O elemento sensor de temperatura é um termistor do tipo NTC e o sensor de Umidade é do tipo HR202, o circuito interno faz a leitura dos sensores e se comunica a um microcontrolador através de um sinal serial de uma via. O sensor DS18B20 pode efetuar leituras com precisão de até  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , e enviar as informações para o microcontrolador utilizando apenas 1 fio.

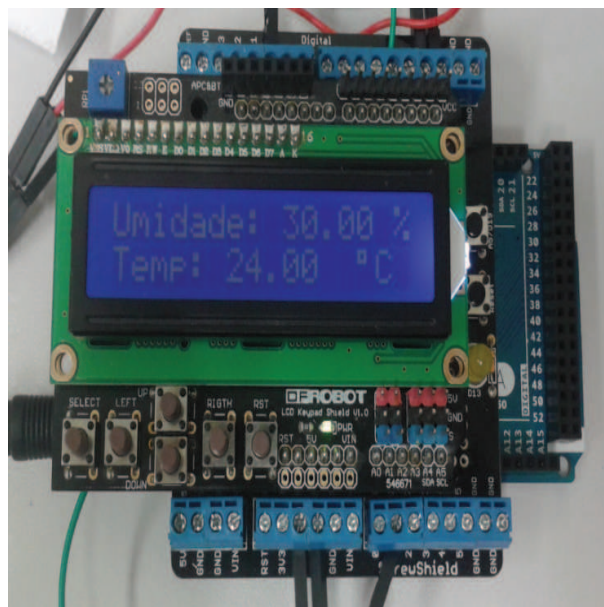
Para monitoramento remoto, era necessário um transmissor de dados wireless. Foi selecionado o módulo de rádio APC220 (Figura 4.15(a)). Com ele é possível ajustar sua frequência de operação entre 418-455 Mhz e selecionar uma taxa de transmissão de até 19200 bps. No circuito, foram usados dois transmissores: um conectado ao arduino e outro ao computador para monitoramento remoto dos dados. Além disso, foi utilizado no arduino Shield LCD 16x2 com Keypad, mostrado na Figura 4.15(b), para visualização dos dados e ele possui um conjunto de pequenos botões que são utilizados para navegar

em menus na tela. Para utilizá-lo, basta apenas encaixar conectar diretamente sobre a face superior do Arduino. De posse de todos os componentes, os testes foram iniciados (Figura 4.15).

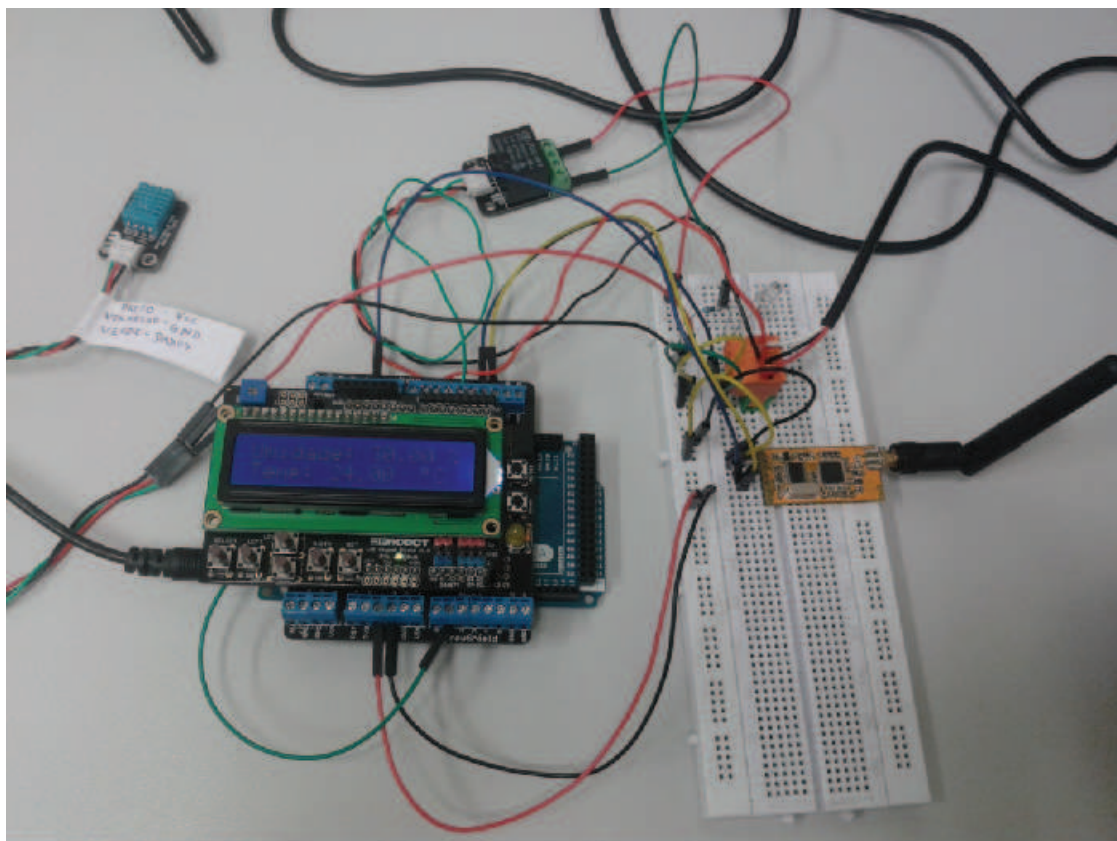
**Figura 4.14** – Componentes: (a) Módulo de Rádio APC220; e (b) Display LCD com Keypad



(a)



(b)

**Figura 4.15** – Fotografia do circuito montado para testes

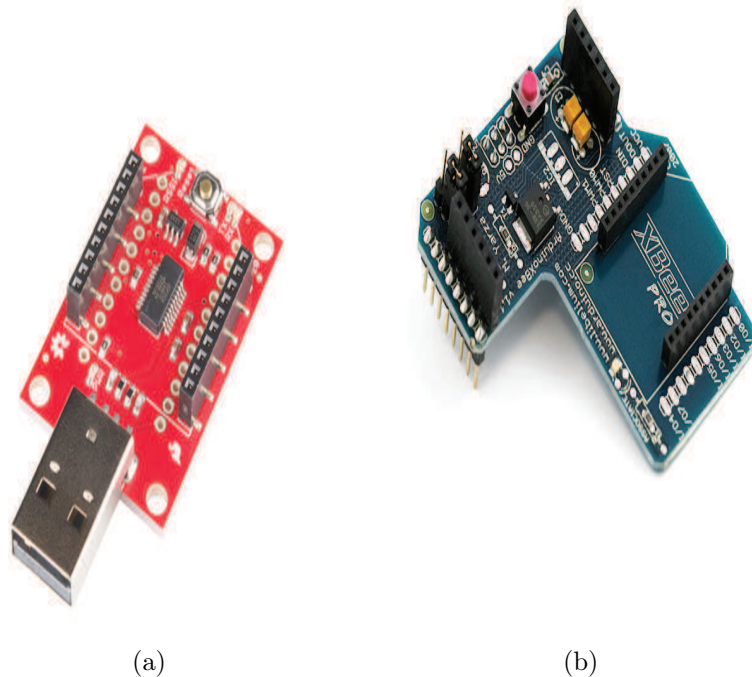
Os testes iniciais com os módulos de rádio conectados ao arduino e ao computador foram satisfatórios. Ao distanciar os transmissores, foi verificado que há restrições com obstáculos e que para grandes distâncias a comunicação não ocorria. Desse modo, foram feitas pesquisas para encontrar um transmissor de longo alcance.

Os módulos escolhidos foram os módulos Xbee (Figura 4.16). Os módulos Xbee, são módulos RF (Rádio Frequência) que fazem comunicações no padrão ZigBee IEEE 802.15.4. O Protocolo ZigBee permite comunicações robustas e opera na frequência ISM (Industrial, Scientific and Medical), sendo aqui no Brasil 2,4 GHz (16 canais) e em outras partes do mundo, e não requerem licença para funcionamento. Com o Xbee pode-se construir uma rede wireless extremamente robusta, confiável e de certa forma econômica, pois o módulo Xbee possuem um modo “sleep” que economiza energia quando não estão executando nenhuma ação. Isso permite que os módulos funcionem por muito tempo apenas utilizando baterias.



**Figura 4.16** – Exemplo de módulo Xbee

Foi adquirido Xbee Explorer USB para programar e configurar o seu Xbee, como também atualizar o seu dispositivo e realizar uma série de outras tarefas. Também foi comprado Arduino Xbee Shield para facilitar a comunicação wireless de um Arduino com um módulo Xbee. Ele conecta de forma compacta e confiável todos os pinos do módulo Xbee ao seu Arduino.

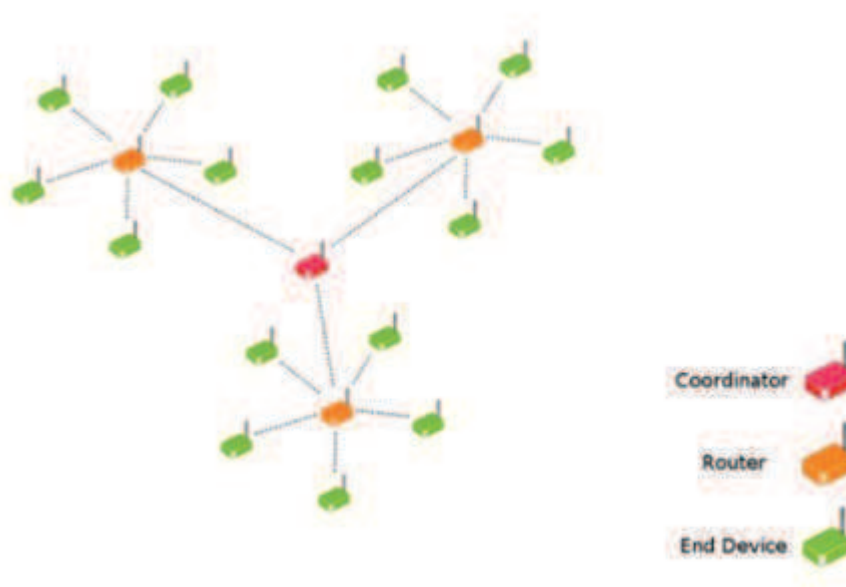
**Figura 4.17** – Componentes: (a) Xbee Explorer USB ; e (b) Arduino Xbee Shield

(a)

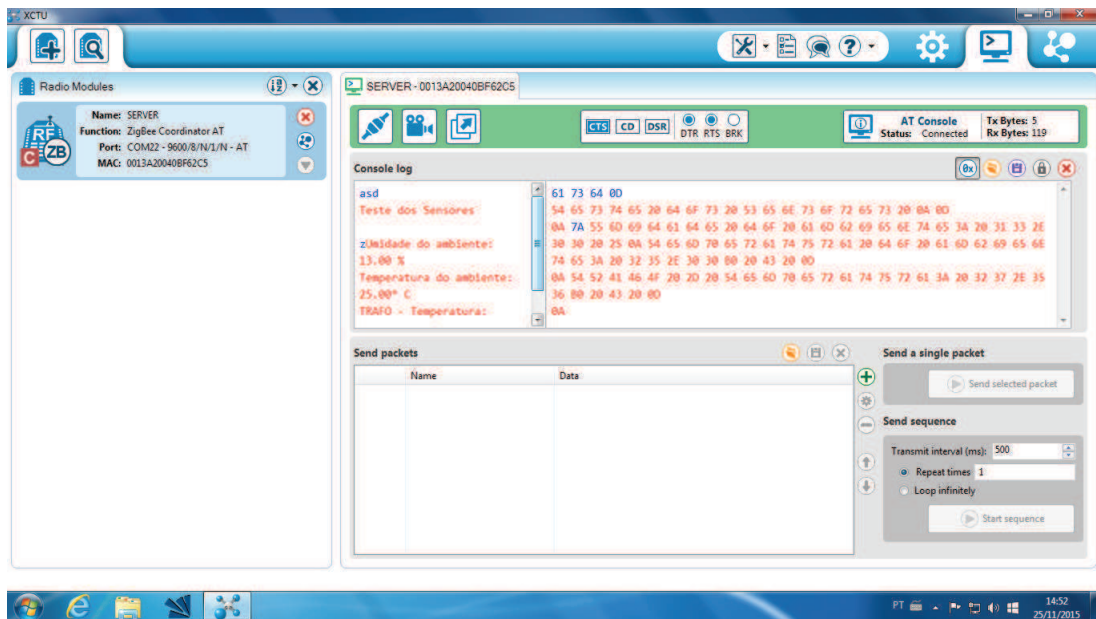
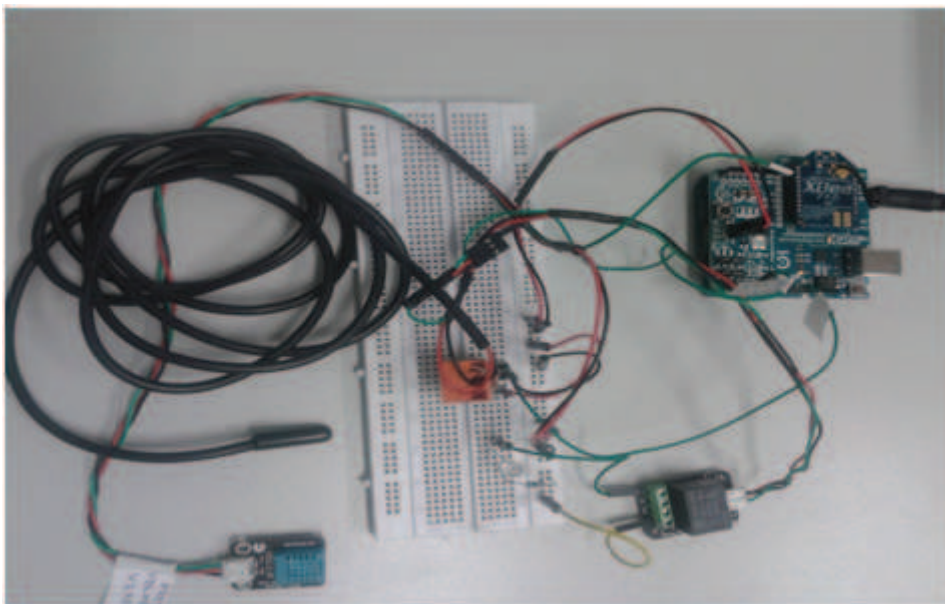
(b)

Antes de efetuarmos as ligações do Xbee, sensores e arduino, foi necessário instalar o software de programação, o XCTU. Através dele, foi configurado o nome/número da rede e também o endereço físico dos módulos Xbee. Uma rede Xbee deve ter pelo menos um módulo configurado como Coordinator, como ilustrado abaixo. É ele que inicia a rede e se comunica com os outros módulos, que funcionam em modo Router, que por sua vez se comunicam com os dispositivos chamados EndDevices, onde os atuadores ou sensores serão hospedados.

**Figura 4.18** – Estrutura básica de uma rede Xbee



Inicialmente, foi configurado o módulo Xbee que era o Coordinator da nossa rede e este por sua vez conectado ao computador. Da mesma forma, o módulo conectado ao Arduino foi configurado como EndDevice. Com os módulos configurados, foi feito testes de comunicação entre eles.

**Figura 4.19** – Fotografia do software XCTU mostrando a comunicação entre os módulos**Figura 4.20** – Fotografia do circuito montado para testes

**Figura 4.21** – Fotografia do Módulo Xbee conectado ao computador (Coordinator)



Os módulos Xbee apresentaram um comportamento satisfatório para pequenas distâncias. Porém, a configuração dos parâmetros exige atenção e prévio conhecimento do programa. Espera-se que trabalhos futuros possam dar prosseguimento aos testes de comunicação para grandes distâncias e colocar o circuito em funcionamento em campo.

# Capítulo 5

## Conclusões

O estágio realizado na empresa Acumuladores Moura S/A foi bastante proveitoso e contribuiu para o enriquecimento pessoal e profissional. Durante esse período, foram abordados temas relativos à grade curricular do curso e também temas novos relacionados a uma grande empresa.

A grade curricular do curso de engenharia elétrica foi suficiente para realização das atividades técnicas, aplicando os conceitos de forma concreta no ambiente industrial. Vale ressaltar, no entanto, a carência em disciplinas relacionadas à gestão de projetos e pessoas, produtividade e liderança.

A empresa foi bastante receptiva e possui um ambiente agradável. Os projetos propostos puderam consolidar os conhecimentos adquiridos na universidade. Além disso, o contato com outras empresas, fornecedores, pessoas de outros países, técnicos e engenheiros trouxeram ganhos positivos para a carreira profissional e convivência pessoal.

# Referências Bibliográficas

ABNT, A. N. 10: 2004-segurança em instalações e serviços com eletricidade. ABNT, 2004.

ABNT, A. N. 5410: 2004-Instalações elétricas de baixa tensão. [S.l.]: ABNT, 2004.

FILHO, D. L. L. *Projetos de Instalações Elétricas Prediais*. [S.l.]: ERICA, 2007.

FILHO, J. M. Instalações elétricas industriais. *Editora LTC*. 7<sup>ª</sup> Edição, 2007.

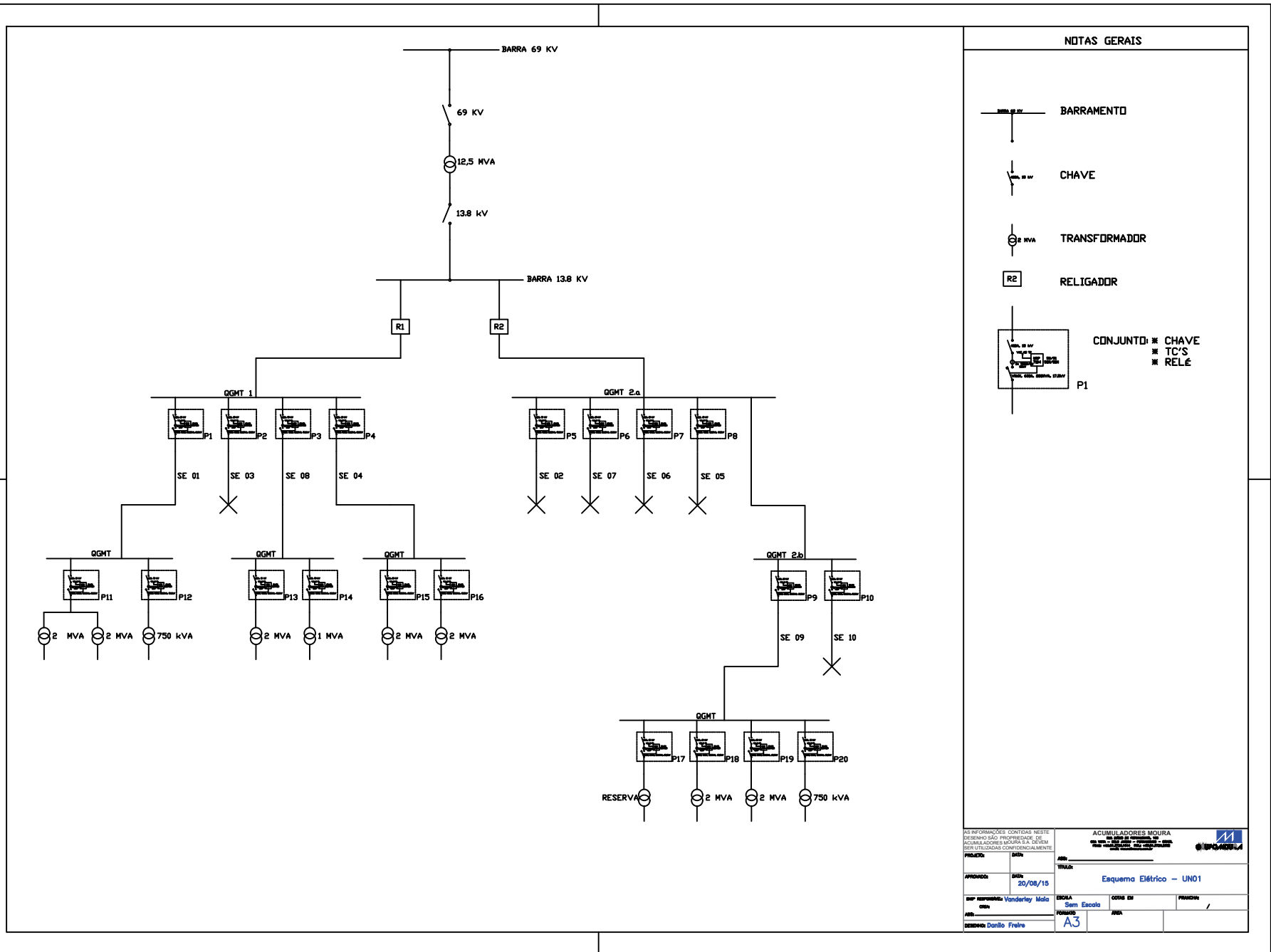
MACINTYRE, A. J.; NISKIER, J. Instalações elétricas. *Ed. LTC*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1996.

MARGOLIS, M. *Arduino cookbook*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2011.

# Anexos

# Anexo A - Diagrama Elétrico do Sistema de Potência Moura - Unidade 01





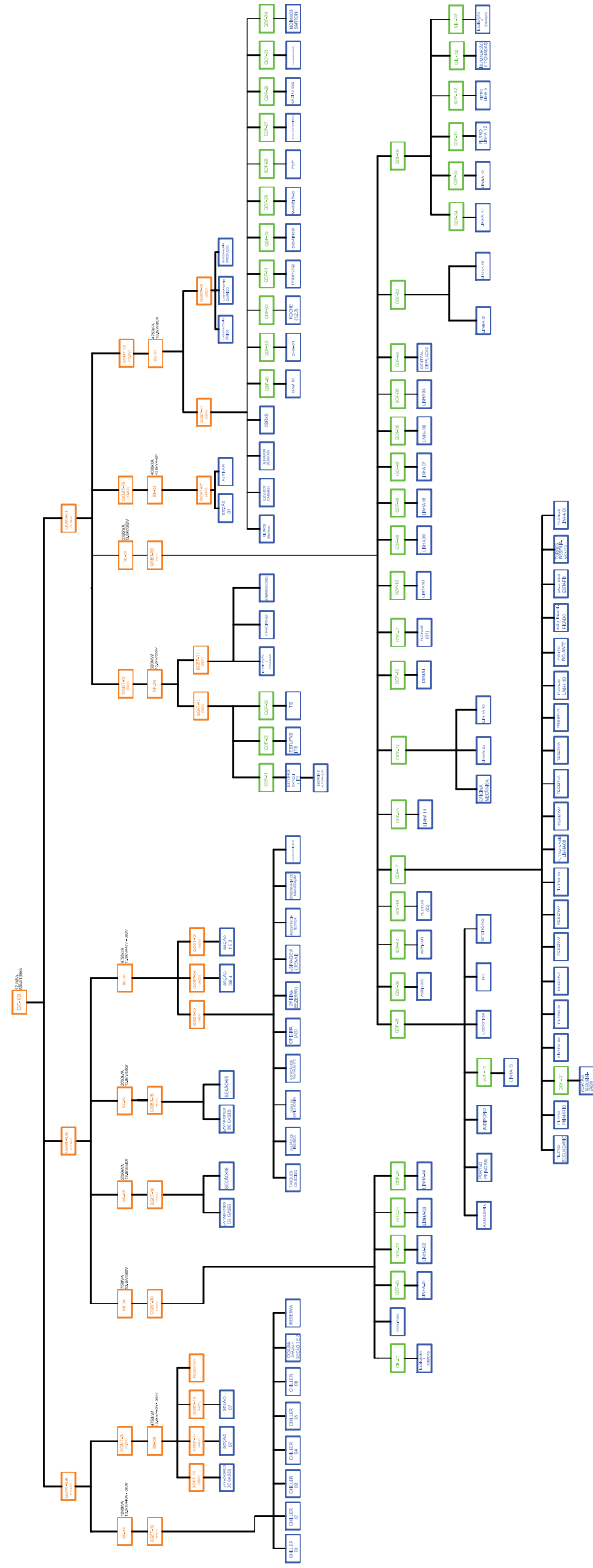
NOTAS GERAIS

- BARRAMENTO
- CHAVE
- TRANSFORMADOR
- RELIGADOR
- CONJUNTO:
  - \* CHAVE
  - \* TC'S
  - \* RELÉ

AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE DESENHO SÃO PROPRIEDADE DE ACUMULADORES MOURA S.A. E DEVEM SER UTILIZADAS CONFIDENCIALMENTE.		ACUMULADORES MOURA <small>IND. DE TRANSFORM. E EQUIP. ELÉTR. DE ALTA TENSÃO</small> 	
PROJETO	DATA	ASS.	TÍTULO
	20/08/15		Esquema Elétrico - UN01
EMP. RESPONSÁVEL: Vanderlay Mala	ESCALA: Sem Escala	COTAIS EM: /	PROJETO: /
ASS.	ASS.	ASS.	ASS.
RESERVA Danilo Freire	A3		

# Anexo B - Diagrama do Sistema Elétrico Moura - Unidade 01

# SISTEMA ELÉTRICO MOURA - UNIDADE 01

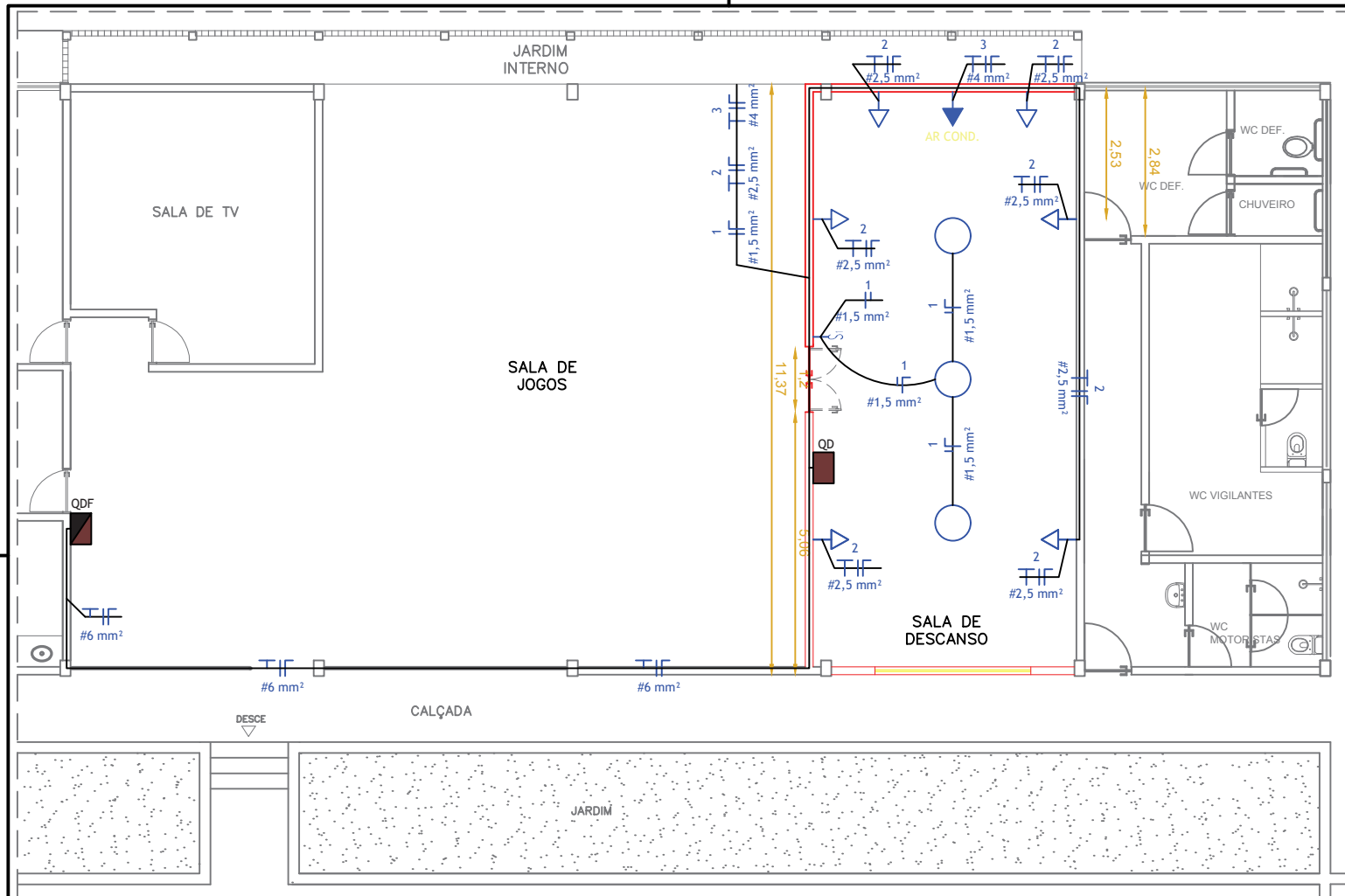


LEGENDA - SISTEMA ELÉTRICO MOURA - UNIDADE 01

<span style="color: blue;">■</span>	CARGAS
<span style="color: green;">■</span>	QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO E FORÇA OPERAÇÃO DA MOURA
<span style="color: orange;">■</span>	SUBESTAÇÕES E CARGAS GERAIS DE MÉDIA E BAIXA TENSÃO. OPERAÇÃO DA AG SERVICOS

<small>                 INSTITUCIONAL:                                   S.A. DE INVESTIMENTOS EM ENERGIA ELÉTRICA                                   S.A. DE INVESTIMENTOS EM ENERGIA ELÉTRICA                                   S.A. DE INVESTIMENTOS EM ENERGIA ELÉTRICA             </small>	<small>                 NOME:                                   MOURA-01                                   SISTEMA:                                   Sistema elétrico Unidade 01             </small>
<small>                 PROJETADO POR:                                   José Gomes                                   DATA:                                   1997/05/05             </small>	<small>                 ESCALA:                                   1:1                                   FOLHA:                                   A1             </small>

## Anexo C - Diagrama Elétrico da Sala de Descanso



**SIMBOLOGIA**

	INTERRUPTOR DE 1 SEÇÃO (h=1.10m)		CONDUTORES FASE, TERRA, NEUTRO E RETORNO
	TOMADA UNIPOLAR (h=2.00m)		BITOLA DO CONDUTOR
	TOMADA UNIPOLAR (h=0.30m)		NÚMERO DO CIRCUITO
	PONTO DE LUZ FLUORESCENTE NO TETO		ELETRODUTO EMBUTIDO NO TETO OU NA PAREDE
	QUADRO GERAL DE LUZ E FORÇA (QDF), APARENTE		
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO (QD), APARENTE		

AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE DESENHO SÃO PROPRIEDADE DE ACUMULADORES MOURA S.A. DEVEM SER UTILIZADAS CONFIDENCIALMENTE

**ACUMULADORES MOURA**  
RAIA DANIEL DE PERAMBICO, 106  
 BOA VISTA - BELO JARDIM - PERAMBICO - BRASIL  
 FONE: +55 51 3752 1544 FAX: +55 51 3752 2552  
 EMAIL: info@acumora.com.br

APROVADO:	DATA:	ASS:	TITULO:	
	06/10/15		SALA DE DESCANSO DA ÁREA DE LAZER DIAGRAMA ELÉTRICO UNIFILAR	
EMP. RESPONSÁVEL: VANDERLEY MAIA	CREA:	ESCALA:	COTAS EM:	PRANCHA:
		1:75	m	1 / 1
DESENHO: LUCINALDO / DANILAO	FORMATO:	ÁREA:	PLANTA BAIXA	
	A3	ÁREA TOTAL = 59,38 m²		