



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

SERIMAR DE SALES OLIVEIRA

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

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2014

SERIMAR DE SALES OLIVEIRA

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

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Unidade Acadêmica 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.*

Área de Concentração: Processamento de Energia

Orientador:

Professor George Rossany Soares de Lira, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2014

SERIMAR DE SALES OLIVEIRA

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

Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica 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.

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em / /

Professor Genoilton Carvalho de Almeida, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor George Rossany Soares de Lira, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais, exemplos de trabalho, honestidade e dedicação, e a minha irmã, Samara Sales, pelo apoio incondicional nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela minha vida e pelo dom da perseverança, que me permitiu concluir este trabalho.

Agradeço também aos meus pais, Arimã e Seráfico, por terem se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, por terem me alimentado com saúde, força e coragem, os quais que foram essenciais para superação de todas as adversidades ao longo desta caminhada. Agradeço a minha irmã Samara Sales, pela amizade e companheirismo.

Agradeço à minha Tia Ana, pelo seu apoio incondicional em todos estes anos de estudo. Em verdade, os seus esforços foram essenciais para que eu pudesse chegar até esta etapa da minha vida.

Não posso deixar de agradecer aos muitos amigos que passaram pela minha vida, especial a Igor Noberto e Rafael Dutra, companheiros de viagens, projetos e aventuras. Aos amigos da Equipe ParahyAsas de Aerodesign, Franzúncil Zumba, Yatan Jerônimo e Raimundo Nonato, pelo companheirismo e todo o desenvolvimento que me proporcionaram. Também não poderia deixar de agradecer a Felipe Soares, Caio Paes e aos muitos amigos da AIESEC Campina Grande. Aos amigos da “República de Engenheiros VII”, João Paulo, João Victor, Romero Filho e João Cabral, meus agradecimentos pela receptividade e salutar convivência.

Agradeço a Acumuladores Moura S/A pela oportunidade de estágio. A minha gratidão é enorme a toda a Família Moura, em especial a Vanderley Maia, Maurílio João, Bruno Minzé, Ana Leticya, Wendell Carneiro, Istaél Robson, Edmilson Nunes e Alex Santos, companheiros que trabalhos que fizeram do meu estágio uma experiência muito construtiva.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

*“Só trazia a coragem e a cara
Viajando num pau-de-arara
Eu penei, mas aqui cheguei
Eu penei, mas aqui cheguei”*

Luiz Gonzaga.

RESUMO

O presente relatório é referente ao estágio curricular realizado pelo aluno Serimar de Sales Oliveira, concluinte do curso de graduação em Engenharia Elétrica, na 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 a supervisão, desenvolvimento e manutenção das instalações elétricas na Unidade 01 – Matriz. Sob a orientação do engenheiro Vanderley Maia, o estagiário desenvolveu várias atividades, tais como: acompanhamento de projetos, contratação de empresas terceirizadas, compra de material, previsão de orçamento, além de outras atividades administrativas, ao passo que aplicou fortemente vários conceitos adquiridos na universidade através da elaboração projetos de quadros gerais de distribuição e força, manutenção das subestações, análise e adequação de instalações à norma regulamentadora nº10 (NR-10).

Palavras-chave: Moura, Subestação, NR-10, Instalações Elétricas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Bateria Moura automotiva	14
Figura 2 - Bateria Moura Log	14
Figura 3 - Bateria Moura Clean.....	15
Figura 4 - Bateria Moura Boat	15
Figura 5 - Setor de Energia & Automação da Unidade - 01.....	16
Figura 6 - Prontuário das instalações elétricas da Unidade-01	19
Figura 7 - Tag's utilizados para a identificação dos quadros	20
Figura 8 - Exemplo de um quadro com a nova identificação	21
Figura 9 - Parte do diagrama unifilar da SE-06.....	21
Figura 10 - Subestação pintada e com nova sinalização. Assim como esta, todas as outras subestações da fábrica receberam as mesmas ações.....	25
Figura 11 - Modelo da placa de permissão de manutenção.....	25
Figura 12 – Subestação SE-69 após as melhorias realizadas	27
Figura 13 - Subestação SE-01 após as melhorias realizadas	27
Figura 14 - Transformador de 100kVA que foi removido da SE-05	28
Figura 15 - Limpeza da SE-04	28
Figura 16 - Remoção dos equipamentos da antiga SE-04.....	29
Figura 17 - Quadro elétrico atual do vestiário. Este será trocado por um outro novo que conterá tanto as suas cargas atuais, quanto novas.....	30
Figura 18 - Imagem da tela do computador utilizando o ECODIAL.	31
Figura 19 - Tipos de carga que podem ser modeladas no ECODIAL.....	31
Figura 20 - Parte da norma NBR 5410 que foi utilizada no projeto	32
Figura 21 - Determinação da bitola do fio através da capacidade de corrente de circuito.....	32
Figura 22 - Determinação da secção transversal do condutor neutro.....	33

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Lista de Ilustrações.....	viii
Sumário.....	ix
1 Introdução.....	10
2 A Empresa.....	11
2.1 Histórico.....	11
2.2 Estrutura organizacional.....	13
2.3 Baterias.....	14
2.4 local do estágio.....	16
3 Atividades realizadas.....	17
3.1 Adequação à NR-10.....	17
3.1.1 Organização do Prontuário.....	17
3.1.2 Diagrama Unifilar.....	19
3.1.3 Substituição de quadros elétricos.....	22
3.1.4 Sinalização de segurança e acesso.....	24
3.1.5 Manutenção das subestações.....	26
3.2 Projeto de quadros elétricos.....	29
4 Conclusão.....	34
5. Bibliografia.....	35
ANEXO A – Plantas.....	36

1 INTRODUÇÃO

Este documento apresenta de forma sucinta as atividades desenvolvidas no estágio curricular realizado na Acumuladores Moura S/A – Unidade 01, localizada na cidade de Belo Jardim – PE, distante 180km de Recife. O estágio foi realizado no período compreendido entre 11 de outubro de 2013 e 11 de abril de 2014 no departamento de Energia e Automação, cuja responsabilidade é supervisionar o sistema elétrico da Moura.

Durante este período, foram desenvolvidas atividades diretamente ligadas a área da Engenharia Elétrica, dentre as quais destacam-se projetos de quadros elétricos realizados com o auxílio do software ECODIAL e análise e adequação das subestações à NR-10. Por outro lado, outras habilidades foram desenvolvidas, principalmente no que diz respeito aos processos burocráticos de uma grande empresa, relacionamento com prestadoras de serviços, acompanhamento de obras e liderança.

Neste relatório serão apresentadas informações gerais sobre a empresa, tais como estrutura organizacional, produtos oferecidos, história e porte de mercado. Além disso, serão descritas as principais atividades desenvolvidas pelo estagiário ao longo de seis meses de trabalho.

2 A EMPRESA

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, Reino Unido e Portugal, atendendo assim todo o Mercosul e parte do continente europeu.

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 Acumuladores Moura S/A foi fundada em 1957 por Edson Mororó Moura, recém formado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). 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.

Em meados de 1968, a fábrica firmou uma parceria de transferência de tecnologia com Chloride, até então a maior indústria de baterias do mundo, que trouxe benefícios significativos para a Moura, em particular pela possibilidade de fornecimento de baterias para o setor automotivo nacional. 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.

No mercado externo, possui participação na Argentina, Uruguai e Porto Rico. Além disso, a fábrica mantém parcerias tecnológicas e comerciais com os maiores fabricantes da área, com destaque para EXIDE (empresa espanhola que no ano de 1998 tornou-se parceria com a Moura) e GNB *Technologies* (empresa americana que desde

1996 é parceira da Moura) fornecedora da Ford Inglaterra e Ford Estados Unidos e detentora da patente mundial para a fabricação de baterias com a chamada “liga prata”, lançada com exclusividade no Brasil pela Moura.

A sequência cronológica mostrada abaixo resume a história da Moura através dos seus principais marcos.

- 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

Como toda grande organização, a Acumuladores Moura possui um sistema de organização segmentado que permite uma gestão mais efetiva da empresa com um todo. A principal divisão da Moura dar-se em termos de unidades independentes que participam de uma parte específica do processo, desde o processamento da matéria prima até a entrega ao cliente. As unidades da Moura estão espalhadas por vários pontos do continente e desempenham papéis distintos, como pode ser visto pela Quadro 1.

Quadro 1 - Unidades da Acumuladores Moura

UNIDADE	PRODUTOS	LOCALIZAÇÃO
UN 01 – ACUMULADORES MOURA MATRIZ	Baterias sem carga para Itapetininga e baterias para o mercado de reposição	Belo Jardim – PE
UN02 – 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 na Uruguai	Montevidéu
RIOS RESPUESTOS – DEPÓSITO PARAGUAI	Baterias para montadoras e reposição na Paraguai	Assunção

2.3 BATERIAS

A Acumuladores Moura S./A. produz baterias automotivas; estacionárias; tracionárias e náuticas. Cada qual com o seu espaço no mercado, as baterias fabricadas pela Moura são reconhecidas pela qualidade e durabilidade.

As baterias automotivas são o principal produto do Grupo Moura (ver Figura 1). A bateria automotiva Moura é fornecida para Volkswagen, Fiat, Ford, Iveco e Renault, além de ser exportada para Inglaterra, Bélgica, Holanda, Espanha, Grécia, EUA, Argentina, Uruguai, Porto Rico, entre outros.



Figura 1 – Fotografia de uma Bateria Moura automotiva típica.

A linha de baterias tracionaria Moura Log, ilustrada na Figura 2, oferece elevado desempenho em operações com pisos irregulares e em temperaturas extremas. A linha monobloco atende a demanda de veículos elétricos como carros de *golf*, paleteiras e empilhadeiras.



Figura 2 – Fotografia de uma Bateria Moura Log.

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 3, são utilizadas em sistemas de telecomunicações, no-breaks, subestações elétricas, alarmes de vigilância eletrônica e iluminação de emergência.



Figura 3 – Fotografia de uma Bateria Moura Clean.

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, refrigerados, 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 – Fotografia de uma Bateria Moura Boat.

2.4 LOCAL DO 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 – Orientador do estágio), dois estagiários e cinco técnicos fixos, além de eletricitistas trabalhando em outros setores da fábrica. A principal função do setor é dar suporte à estrutura elétrica da fábrica, mantendo-a em pleno funcionamento para que os demais setores da produção não parem. Na Figura 5 é mostrada a parte externa do local onde se realizou a maior parte das atividades do estágio.



Figura 5 – Fotografia do Setor de Energia & Automação da Unidade – 01

3 ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades realizadas durante os seis meses de estágios foram muito significativas para o desenvolvimento pessoal e profissional do estagiário. O trabalho dividiu-se em três principais frentes: Adequação à NR-10, Projetos de quadros elétricos e Projetos de instalações elétricas.

3.1 ADEQUAÇÃO À NR-10

A planta da Unidade 01 – Belo Jardim – é responsável por grande parte das baterias que são produzidas pelo Grupo Moura. Com mais de 50 anos de história, estas instalações mesclam galpões e máquinas de última geração com equipamentos obsoletos que estão sendo gradativamente substituídos por outros mais modernos. Esta é uma tendência inevitável de uma empresa que cresce a passos largos e está, a cada dia mais, abrindo as suas portas para o mundo.

A segurança nas instalações elétricas brasileiras é regida pela Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10). Entre outros pontos, a norma deixa claro quais são os requisitos mínimos necessários para operação segura de instalações elétricas prediais e industriais, além de delimitar as responsabilidades de empregados e empregadores.

Em junho de 2011 foi contratada uma empresa de consultoria (N2A Engenharia) para iniciar os trabalhos de adequação à NR-10. Muitos 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.

O trabalho realizado durante o estágio foi baseado nos resultados coletados pela N2A Engenharia e pela vivência dos funcionários mais experientes da empresa. Abaixo seguem as ações desenvolvidas pelo estagiário no que diz respeito à NR-10.

3.1.1 ORGANIZAÇÃO 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):

Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo:

- 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 constam no prontuário atual. A principal função desenvolvida neste ponto foi acompanhar a realização das inspeções técnicas (SPDA e Aterramento), organizar os resultados destas inspeções e atualizar o quadro de funcionários do setor elétrico, assim como a sua formação e os cursos que fizeram. Esta última ação, em particular, mostrou a necessidade de que a maioria dos eletricitas, técnicos, estagiários e engenheiros do setor elétrico da Unidade 01, realizem o curso de reciclagem em NR-10, pois alguns sequer fizeram o curso básico.

A Figura 1 mostra o prontuário das instalações elétricas da fábrica.



Figura 6 – Fotografia de parte do prontuário das instalações elétricas da Unidade-01

3.1.2 DIAGRAMA UNIFILAR

O diagrama unifilar de uma instalação elétrica proporciona uma análise rápida da interconexão dos circuitos e permite que técnicos e engenheiros possam planejar suas manobras de modo mais rápido, isto é, sem necessidade de verificar ligações *in loco*. Os diagramas unifilares das subestações da Unidade 01 estavam desatualizados desde 2004, com exceção da SE-69.

A principal atividade foi percorrer todas as subestações da fábrica, sempre acompanhado por um funcionário habilitado para abri-las, fazendo uma comparação entre os diagramas disponíveis e a situação real. Primeiramente, foi elaborado um esboço inicial de cada subestação contendo apenas as principais cargas conectadas e registrando as divergências com os esquemas antigos. Após o desenho dos diagramas no AutoCAD, foi realizada uma nova visita de revisão, incluindo na representação unifilar todos os disjuntores de entrada e saída (marca, referência, corrente nominal e corrente de curto). Estas informações foram adicionadas ao diagrama como forma de melhorar a representação e catalogar todos os grandes disjuntores que existem na fábrica.

O esquema unifilar geral da Unidade 01 foi construído através de um mapeamento dos principais quadros elétricos entre as subestações e as cargas finais. Como os quadros da fábrica não possuíam identificação clara das cargas que alimentavam, a operação destes ficava restrita àqueles que tinham conhecimento prévio da instalação.

Para facilitar a representação desses quadros em um diagrama unifilar, utilizou-se a simbologia apresentada no Quadro 2.

Quadro 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 e força	380V
QIL	Quadro de Iluminação	220V

O diagrama geral da Unidade 01 encontra-se no Anexo A. 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 7.



Figura 7- Tag's utilizados para a identificação dos quadros

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, conforme a Quadro 2.

Quadro 3 - Correlação entre a cor e a empresa que operam os quadros

Empresa	Cor utilizada
	
	

Após a aquisição dos *tags*, feita pelo setor de Compras, os mesmos chegaram à Unidade 01 em 25 de março. A Figura 8 mostra o quadro dos motores *plenus* com o seu respectivo *tag*. Assim como este, outros 54 quadros foram identificados através deste procedimento.



Figura 8 - Exemplo de um quadro com a nova identificação

A utilização da planta no anexo A, juntamente com os *tags* nos quadros, proporciona a identificação clara das principais partes do sistema elétrico da Unidade 01. Uma evolução deste trabalho será o detalhamento ainda maior dos componentes do sistema, um exemplo disto pode ser entendido através da Figura 9.

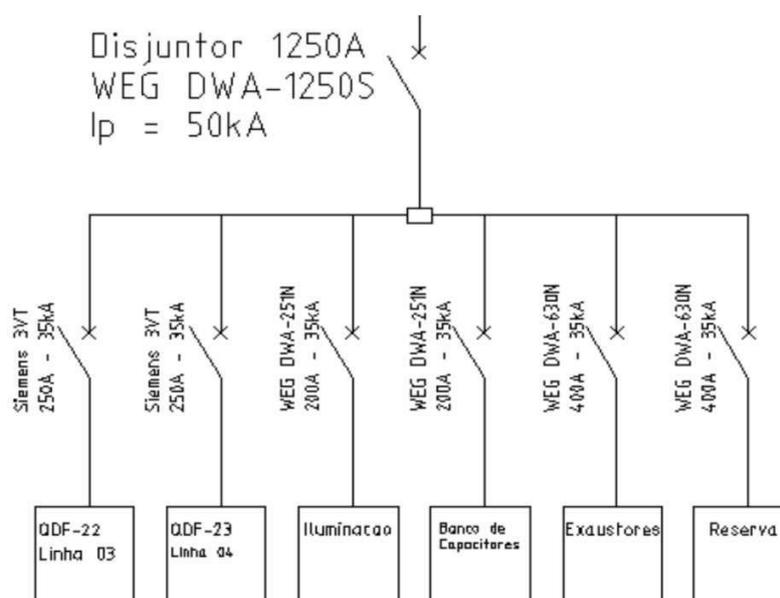


Figura 9 - Parte do diagrama unifilar da SE-06.

Neste caso, o QDF-22 alimenta a linha de acabamento 03. No entanto, esta linha contém diversos motores, esteiras, máquinas de lavagem e outros itens que não estão representados neste diagrama. Então, espera-se que os próximos trabalhos caminhem no sentido de deixar cada vez mais claro o sistema elétrico da Moura – Unidade 01.

3.1.3 SUBSTITUIÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS

Durante o estágio foram realizados cinco projetos de quadros elétricos. Estes, por sua vez, foram aprovados pelo gestor do departamento e encaminhados ao setor de compras da fábrica.

A Figura 10 mostra o quadro que alimenta parte do setor de logística da Unidade 01. Como pode ser notado, o mesmo encontra-se em péssimo estado de conservação e não oferece segurança para quem o opera ou transita ao seu entorno.



Figura 10 – Fotografia do quadro elétrico atual da expedição.

Desta forma, procedeu-se com a realização do projeto de um novo quadro (ver Item 3.2) e a aquisição do mesmo, conforme a Figura 11.



Figura 11 – Fotografia do novo quadro elétrico da expedição.

O quadro elétrico mostrado pela Figura 12 alimenta vários filtros do setor da Montagem. Assim como descrito acima, foi feito o levantamento de cargas e a aquisição de um novo quadro.



Figura 12 - Quadro elétrico atual da montagem

3.1.4 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA E ACESSO

A sinalização é uma medida simples e eficaz para prevenir acidentes de origem elétrica. Este é um procedimento de segurança que promove a identificação (indicação, informação, avisos...), as orientações (instruções de bloqueios, de direção...) e advertências (proibição, impedimentos) nos ambientes de trabalho, devendo ser aplicada para situações envolvendo os serviços e instalações elétricas. (MTE,2010)

Ainda recorrendo ao texto base da NR-10:

10.10 - Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na NR-26 - Sinalização de Segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

- a) Identificação de circuitos elétricos;
- b) Travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos;
- c) Restrições e impedimentos de acesso;
- d) Delimitações de áreas;
- e) Sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;
- f) Sinalização de impedimento de energização;
- g) Identificação de equipamento ou circuito impedido;

Verificou-se que a planta ainda necessitava avançar em muitos destes pontos, especialmente em “b”, “d”, “e” e “f”.

Por outro lado, a adequação integral da Unidade 01 à NR-10 é uma tendência inevitável e deve ocorrer brevemente, tanto pela consciência geral, quanto pelos investimentos realizados.

Quanto ao acesso de pessoal não autorizado (Item “c”), as portas de todas as subestações são protegidas contra acesso não autorizado, uma vez que as chaves ficam sob a posse do gestor do setor de Energia & Automação e da AG Serviços. No que diz respeito à sinalização de perigo, as subestações receberam pintura e placas de sinalização novas, conforme a Figura 13.



Figura 13 - Subestação pintada e com nova sinalização. Assim como esta, todas as outras subestações da fábrica receberam as mesmas ações.

Além disso, algumas máquinas das linhas de montagem receberam placas sinalização de impedimento de reenergização (Item “g”) em um nível experimental, conforme a Figura 14.

MANUTENÇÃO AUTORIZADA	
MÁQUINA DESENERGIZADA	
ELETRICISTA RESPONSÁVEL	<input type="text"/>
MATRÍCULA	<input type="text"/>
DATA/HORA	<input type="text" value="/"/>

Figura 14 - Modelo da placa de permissão de manutenção

Caso a medida apresente resultados práticos positivos, será replicada para um número maior de máquinas.

3.1.5 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.

O quadro 04 abaixo mostra as cargas conectadas às subestações.

Quadro 4 - Subestações ativas da unidade 01

SE	Carga Principais	Especificação
SE69	Moura Unidade 01	10/12,5MVA - 69kV/13.8kV
SE69	Sala de Comando da SE69	45kVA – 13,8kV/380V
SE01	UGB1	2000kVA - 13,8kV/380V
SE01	UGB1	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)	1000kVA – 13,8kV / 440V
SE02	UGB4 - Formação (Seção 03)	1000kVA – 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 que possui funcionários treinados para trabalhar dentro de subestações.

Com objetivo de reorganizar a SE-69, foi solicitada a pintura do muro e dos portões, limpeza do mato e remoção de entulho. A Figura 15 mostra a parte interna da SE-69 após estas ações. Para evitar que houvesse um novo acúmulo de mato nesta subestação, foi formalizado um contrato de prestação de serviço com uma empresa de jardinagem para remoção do mato e aplicação de veneno contra ervas daninhas a cada quinze dias.



Figura 15 – Parte interna da subestação SE-69 após as melhorias realizadas

Todas as subestações da Unidade 01 receberam pintura e sinalização novas. A Figura 16 mostra o exterior da SE-01, maior carga instalada setorial da Unidade 01.



Figura 16 – Fotografia da parte externa da subestação SE-01 após a pintura.

Quando do início do estágio, a SE-05 abrigava dois transformadores, sendo um deles de 2000 kVA e outro de 100 kVA, conforme a Figura 17. Como pode ser notado, os transformadores estão muito próximos e não existe qualquer barreira física entre os mesmos. Além disso, o ramal de 13,8 kVA do Trafo de 100 kVA encontrava-se em uma posição que facilitava os contatos físicos com os técnicos da área. Por estas razões, a decisão tomada foi pela remoção do transformador de menor capacidade da SE-05.

As cargas originalmente conectadas ao transformador de 100kVA foram realocadas para SE-06. Foi realizada a compra de eletrocalhas e cabos, além da contratação de uma empresa terceirizada para a realização do serviço.



Figura 17 - Transformador de 100kVA que foi removido da SE-05

A SE-04 é uma das subestações mais antigas da Unidade 01. Quando do início do estágio, encontrava-se desativada. Inicialmente foi solicitada a limpeza do local, conforme a Figura 18.



Figura 18 – Fotografia da limpeza da SE-04

Posteriormente, houve a retirada dos cabos e a remoção do quadro elétrico, chave seccionadora e transformadores antigos, como pode ser visto na Figura 19.



Figura 19 - Remoção dos equipamentos da antiga SE-04.

O plano inicial era reativar a SE-04. A fábrica já havia comprado uma chave seccionadora, quadro elétrico e transformador novos, porém o projeto foi paralisado para uma melhor avaliação sobre o local de instalação desta subestação.

3.2 PROJETO DE QUADROS ELÉTRICOS

O sistema elétrico atual da Moura conta com muitos quadros modernos e que proporcionam facilidade e segurança na sua operação. Por outro lado, existem ainda muitos quadros sucateados espalhados ao longo da planta da Unidade 01, o que expõe ao risco aqueles que o operam. Nos seis meses de estágio, verificou-se um investimento maciço na troca de muitos desses quadros, porém ainda existe um caminho longo a ser percorrido, especialmente nos galpões mais antigos da fábrica.

Durante o estágio, foram projetados e aprovados cinco quadros elétricos. Destes, quatro foram adquiridos pelo setor de compras, porém apenas um já se encontra na fábrica. Neste relatório, serão apresentados os passos para o dimensionamento dos disjuntores para o quadro elétrico que alimentará a nova lavanderia e o novo vestiário da Unidade 01.

A primeira etapa do projeto foi o levantamento das cargas. No local já havia um quadro elétrico, conforme a Figura 20.

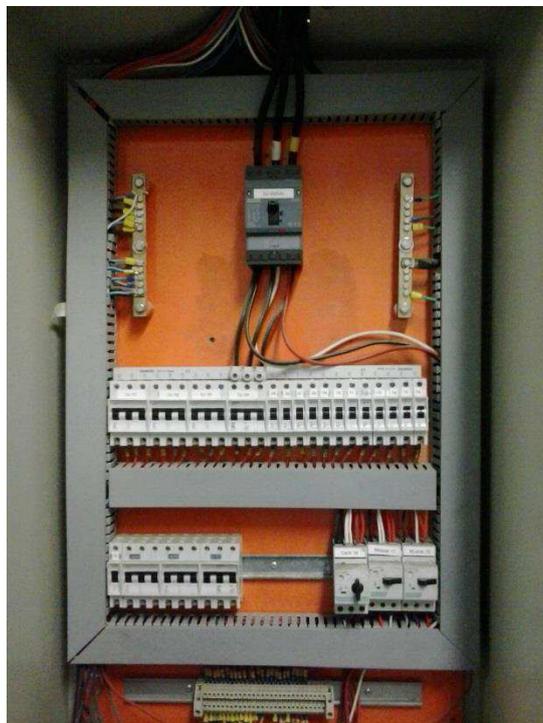


Figura 20 – Fotografia do quadro elétrico atual do vestiário. Este será trocado por um outro novo que conterá tanto as suas cargas atuais, quanto novas.

A reforma irá manter as cargas atuais e inserir novas cargas, conforme o Quadro 5. Com intuito de conferir à estrutura elétrica do novo vestiário mais confiabilidade, optou-se por projetar um quadro novo que contemplasse tanto as cargas já existentes, como as previstas.

Quadro 5 - Descrição da estrutura atual e das cargas novas do vestiário da Unidade -01

Disjuntores atuais	Cargas previstas
1 x 100A (3F)	10 Torneiras elétricas – 2.4kW/ $\cos\phi = 1.00$
2 x 16A (1F)	5 Secadores de mão – 2.1kW/ $\cos\phi = 1.00$
3 X 16A (3F)	1 Máquina secadora – 38kW/ $\cos\phi = 1.00$
1 x 40A (1F)	1 Máquina de lavar – 1.47kW/ $\cos\phi = 0.85$
3 x 10A (1F)	1 Centrífuga – 3.68kW/ $\cos\phi = 0.85$
2 x 6A (1F)	
1 x 14A (1F)	
1 x 32A (3F)	

O cálculo dos disjuntores foi feito através do ECODIAL, que é um software cedido pela Schneider Electric, empresa fornecedora de equipamento para os novos quadros e painéis da Unidade 01. A Figura 21 mostra a tela inicial do ECODIAL.

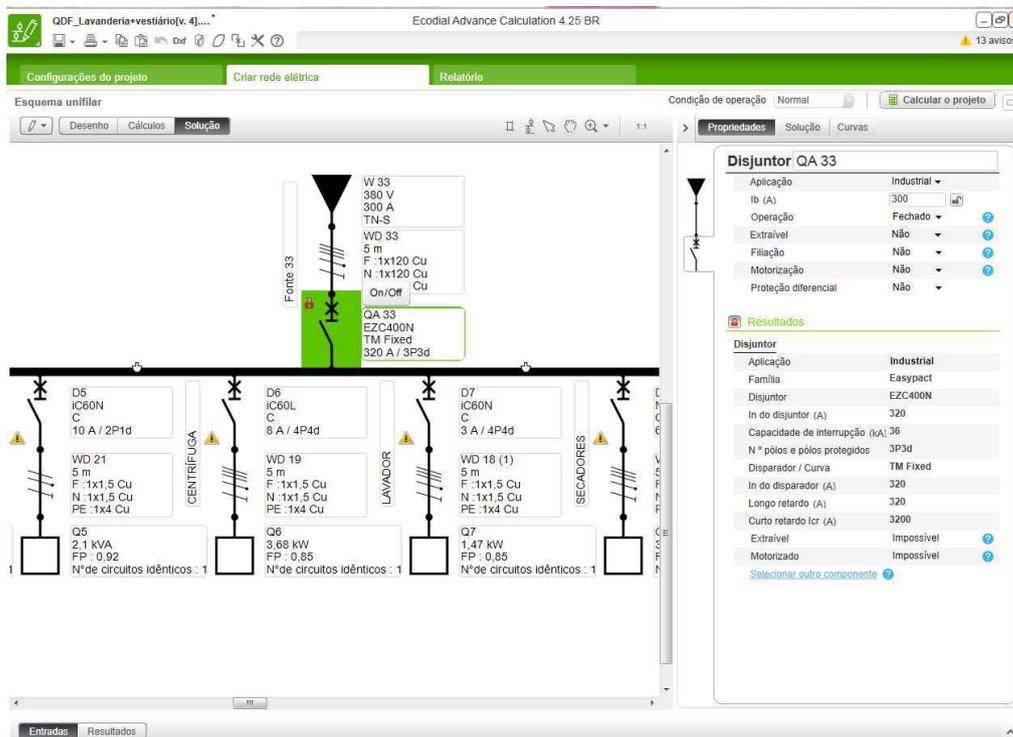


Figura 21 - Imagem da tela do computador utilizando o ECODIAL.

O ECODIAL é uma ferramenta simples, porém muito útil para projetos de instalações elétricas industriais. Aliando uma metodologia de cálculo robusta ao catálogo de disjuntores da Schneider, o software oferece ao engenheiro uma lista de material detalhada do projeto, incluindo disjuntores, contactores, proteção e fiação.

As cargas no ECODIAL são modeladas através de quatro tipos: motor, iluminação, tomada e genérica, conforme a Figura 22.

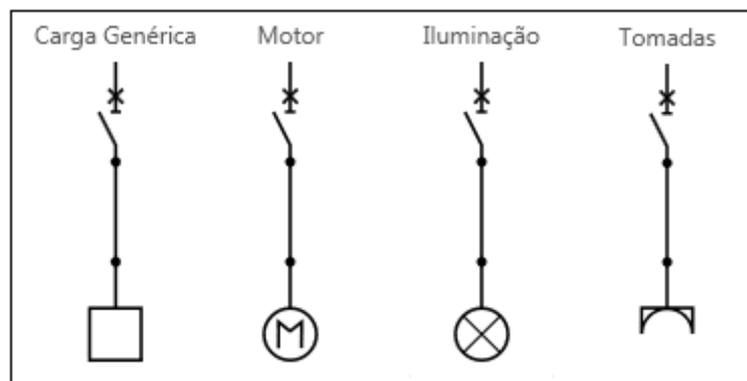


Figura 22 - Tipos de carga que podem ser modeladas no ECODIAL

Com isso, foi possível inserir as cargas presentes no QDF Lavanderia no software de modo rápido e preciso. De acordo com o treinamento realizado pela equipe da Schneider Electric, é recomendado reavaliar os resultados do programa antes de proceder com a compra. Por isso, ao final da simulação os resultados foram discutidos com alguns funcionários mais experientes, como o resultado estava coerente, procedeu-se com o envio do mesmo para o setor de compras.

Quanto ao dimensionamento do cabo, utilizou-se a norma NBR 5410. A instalação dos condutores será feita através de eletrocalhas, conforme a Figura 23.

14		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela	E (multipolar) F (unipolares)
----	---	---	----------------------------------

Figura 23 - Parte da norma NBR 5410 que foi utilizada no projeto

A corrente máxima do quadro, calculada através do ECODIAL, foi 300A. A secção transversal do condutor de fase foi determinada de acordo com a Figura 21. Desta forma, foi escolhido um disjuntor geral 400A. (EZC 400N – Regulável). O condutor neutro utilizado para o projeto foi de 70 mm², conforme a Figura 24.

Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾			Três condutores carregados, no mesmo plano	
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Justapostos Método F	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Horizontal Método G	Vertical 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
240	514	430	546	485	507	615	569

Figura 24 - Determinação da bitola do fio através da capacidade de corrente de circuito.

Seção dos condutores de fase mm ²	Seção reduzida do condutor neutro mm ²
S ≤ 25	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

¹⁾ As condições de utilização desta tabela são dadas em 6.2.6.2.6.

Figura 25 - Determinação da secção transversal do condutor neutro

Além do quadro elétrico, a fiação e todo o material necessário foram adquiridos através do setor de compras da empresa.

A Figura 26 mostra outra ferramenta do ECODIAL que permite analisar a seletividade dos disjuntores. Este estudo é particularmente importante para a fábrica, visto que existem problemas de seletividade que podem ser encontrados em diversos quadros elétricos e acabam, na ocorrência de um curto-circuito ou sobrecarga, afetando a produção.

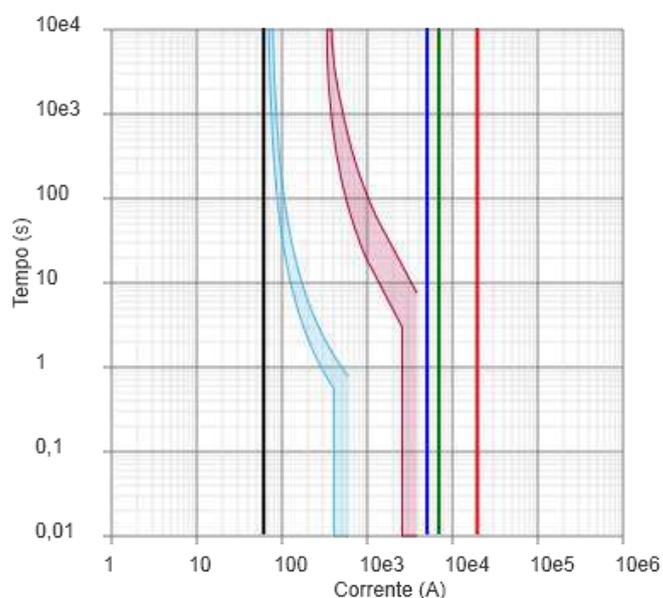


Figura 26 - Curva de seletividade entre dois disjuntores do projeto do novo vestiário.

Deve-se ressaltar que o ECODIAL não substitui a experiência do engenheiro ou técnico do setor elétrico, porém auxilia na velocidade na qual os projetos são concebidos.

4 CONCLUSÃO

O estágio realizado na Acumuladores Moura S/A foi muito proveitoso para o meu enriquecimento pessoal e profissional. Durante exatos seis meses, foram abordados temas relativos ao currículo do curso, mas também a temas totalmente novos como a sistemática de uma grande indústria.

A empresa possui uma cultura bastante receptiva para aqueles que estão ingressando, tornando a adaptação inicial muito rápida e agradável, além de facilitar o processo de troca de conhecimento.

Do ponto de vista da aplicação dos conhecimentos adquiridos na universidade, o estágio superou as expectativas, pois trouxe consigo um aprendizado teórico aliado à prática. A grade curricular oferecida pelo curso de graduação em engenharia elétrica da UFCG foi suficiente para o desempenho das atividades técnicas com tranquilidade. Por outro lado, habilidades voltadas para gestão de pessoas e projetos, produtividade e liderança são essenciais para a permanência de um engenheiro no mercado de trabalho, por isso disciplinas que abordem estas temáticas deveriam fazer parte da grade optativa de qualquer curso de graduação em engenharia da UFCG.

A vivência em um ambiente profissional dinâmico, a troca de conhecimento com pessoas de outros países, o contato com fornecedores e empresas terceirizadas e os conselhos adquiridos com o pessoal mais experiente trouxeram, sem dúvidas, ganhos positivos tanto à carreira profissional quanto ao desenvolvimento pessoal.

5. BIBLIOGRAFIA

MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10: *Segurança em Instalações e serviço sem Eletricidade*. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: *Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.

MAMEDE FILHO, João. *Instalações Elétricas Industriais*. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002

MAMEDE FILHO, João. *Manual de Equipamentos Elétricos*. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

Moura, 2014. *Acumuladores Moura*. [Online] Disponível em: www.moura.com.br. Acessado em Março de 2014

ANEXO A – PLANTAS