



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

BRUNO RAPHAEL STENIO TENÓRIO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande, Paraíba  
Abril de 2011

BRUNO RAPHAEL STENIO TENÓRIO

# ESTÁGIO INTEGRADO NA EMPRESA ACUMULADORES MOURA

*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 Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Abril de 2012

BRUNO RAPHAEL STENIO TENORIO

# ESTÁGIO INTEGRADO NA EMPRESA ACUMULADORES MOURA

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: Manutenção e Projetos Elétricos

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

## RESUMO

O presente relatório é referente ao estágio curricular desenvolvido pelo aluno do curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Bruno Raphael Stenio Tenório, realizado na empresa Acumuladores Moura S.A. O relatório de estágio apresenta as atividades desenvolvidas pelo discente no período no qual estagiou na Fábrica de Acumuladores Moura, unidade 5, localizada no Município de Belo Jardim, Pernambuco. No referido estágio, o aluno desempenhou atividades primeiramente na engenharia de manutenção, e posteriormente na engenharia de projetos e instalações, sempre ligado a gestão de energia elétrica da fábrica. Durante o estágio, participou de treinamentos de manutenção autônoma, método de análise e solução de problemas, gerenciamento de projetos, segurança com eletricidade e controlador lógico programável básico. O trabalho aqui apresentado contém informações gerais sobre a empresa e seus processos de fabricação de baterias, focando a injeção dos componentes plásticos, a descrição das atividades desenvolvidas pelo estagiário e metodologia utilizada.

**Palavras-chave:** Manutenção, Energia, Subestação.

## ABSTRACT

This report refers to the curricular developed by the student's undergraduate degree in Electrical Engineering from Federal University of Campina Grande, Raphael Stenio Bruno Tenorio, held in the company Accumulators Moura SA. The probation report presents the activities undertaken by students during the period in which they were trained at Moura Accumulators, unit 5, located in Belo Jardim, Pernambuco. In that stage, the student activities performed primarily in maintenance engineering, and later in engineering projects and facilities, always on the management of power plant. During the internship, participate in training independent maintenance, method of analysis and problem solving, project management, safety with electricity and basic programmable logic controller. The work presented here contains general information about the company and its battery manufacturing processes, focusing on the injection of plastic components, the description of the activities performed by the trainee and methodology.

**Keywords:** Maintenance, Energy, Substation.

# SUMÁRIO

Resumo.....	iv
Abstract .....	v
Sumário .....	vi
1 Introdução.....	7
1.1 Objetivos do estágio.....	7
1.2 Acumuladores moura SA.....	8
1.2.1 Fábrica de componentes plásticos .....	9
2 Atividades desenvolvidas .....	13
2.1 Projeto de nova subestação para fábrica de componentes plástico .....	13
2.2 Gestão do grupo gerador.....	16
2.2.1 Energia mais .....	18
2.3 Estudo para instalação de subestação de 69 kV .....	19
3 Conclusão.....	21
Bibliografia.....	22

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

O estágio se desenvolveu na unidade fabril de componentes plásticos da empresa Acumuladores Moura. Inicialmente, o estagiário trabalhou no setor de engenharia de manutenção, ficando responsável por auxiliar a manutenção de rotina a analisar quebras constantes e propor soluções com um bom custo-benefício. Foi um período importante para se familiarizar com as instalações da fábrica.

Também era de responsabilidade do discente a gestão dos grupos geradores a diesel que atuam no horário de ponta e em emergências. Com o crescimento da fábrica, o aluno envolveu-se também nos estudos de viabilidade de construção de uma subestação 69 kV *versus* a aquisição de novos grupos geradores. Foram realizadas simulações de entrada no mercado livre de energia elétrica por empresas comercializadoras, sempre buscando o menor custo de eletricidade para a Moura

Projetos como a correção do fator de potência das máquinas novas e o rateio interno de energia elétrica entre os setores da fábrica, também foram desenvolvidos pelo estagiário.

Conforme as necessidades dinâmicas da empresa, o estagiário passou a atuar no setor de Engenharia de Projetos e Instalações, ficando responsável pela adequação a NR-10 e o estudo para a construção de uma subestação abrigada. Tal construção levou a necessidade de um estudo maior de modificações a serem efetuadas no antigo sistema elétrico da fábrica.

Manutenções preventivas e corretivas nas subestações na empresa também passaram a ser responsabilidade do estagiário em convênio com a equipe de eletricitistas da fábrica juntamente com os terceirizados.

## 1.2 ACUMULADORES MOURA S.A.

A Moura é uma empresa que atua no mercado de baterias automotivas, tracionárias, estacionárias e náuticas. Possui 5 plantas industriais e 50 centros de distribuição comercial no Brasil, Argentina e Porto Rico, além de distribuidores independentes que atendem a toda a região do MERCOSUL e parte do continente europeu. É a principal fornecedora para a frota de veículos em circulação na América do Sul.

O diagrama ilustrado na Figura 1 descreve sucintamente o processo de fabricação de baterias. As unidades fabris da Serra do Gavião, zona rural de Belo Jardim, produzem os lingotes de chumbo e os componentes plásticos das baterias. São as unidades 4 e 5 respectivamente. A matriz é a unidade 1, Figura 2, localizada no centro da cidade, que recebe estes insumos e onde é montada e formada a bateria. Essas unidades citadas, juntas, possuem cerca de 1200 trabalhadores diretos.

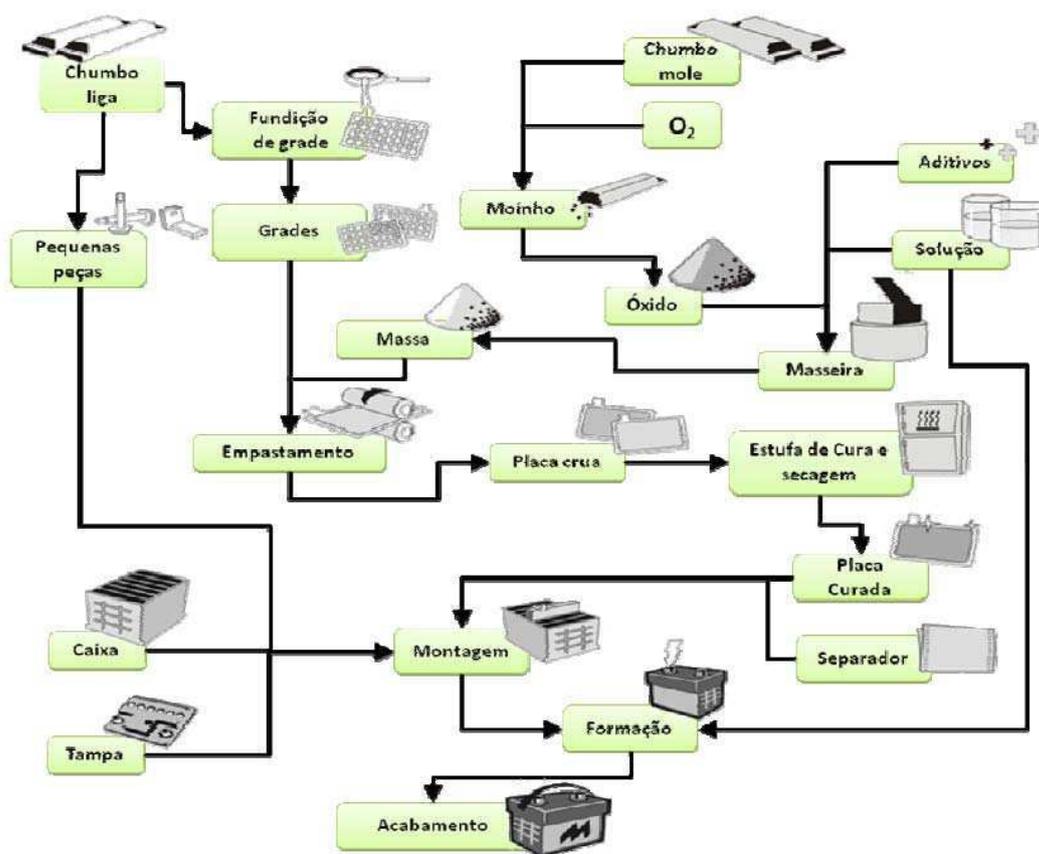


Figura 1. Fluxograma do processo de produção de baterias



Figura 2. Matriz de Acumuladores Moura

A Moura também possui um centro administrativo localizado no município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. É onde se localizam as sedes dos departamentos jurídicos, financeiros e de Recursos Humanos.

A maior parte da demanda de baterias da empresa vem das montadoras automotivas, como a Fiat, Volkswagen, General Motors e Ford. O fornecimento para o mercado de reposição também gera demanda para os produtos da empresa.

Além dessas unidades, há também uma fábrica de baterias industriais, responsável pelo fornecimento de baterias estacionárias, tracionárias e náuticas, também localizada na Serra do Gavião.

### 1.2.1 FÁBRICA DE COMPONENTES PLÁSTICOS

Nesta unidade fabril, onde são produzidas caixas e tampas para as baterias automotivas, foram desenvolvidas as atividades do estágio. A fábrica é constituída de 26 máquinas injetoras de plásticos, ilustradas na Figura 3, e uma unidade de reciclagem que reaproveita o plástico proveniente da trituração de baterias recolhidas do mercado. Administrativamente, a unidade fabril é dividida basicamente em cinco departamentos: Engenharia de Projetos e Instalações, Manutenção, Produção, Engenharia de Processo e Controle de Qualidade.



Figura 3. Injetoras de plástico

A Engenharia de Projetos fica responsável pela implementação das novas instalações da fábrica e os projetos de P&D demandados pela necessidade de modernização o processo.

A Manutenção possui um corpo técnico experiente formado por mecânicos, eletricitas e engenheiros que tem a missão de manter os equipamentos disponíveis para a produção das caixas e tampas. O principal indicador de desempenho deste departamento são as horas de interferência, indicativo do tempo que as máquinas ficaram sem produzir por problemas mecânicos/elétricos. A manutenção se divide em três principais vertentes: corretiva, preventiva e preditiva. A primeira consiste em consertar o equipamento após sua falha. A preventiva permite a verificação e a troca de componentes das máquinas periodicamente de acordo com recomendações dos fabricantes com relação ao tempo de vida útil. Já a preditiva detecta possíveis falhas nos equipamentos utilizando, por exemplo, análise de vibrações e coletas de óleo. Isso permite uma intervenção mais precisa na máquina, antes da quebra acontecer.

O departamento de Produção gerencia a rotina e o planejamento de produção dos componentes plásticos. De acordo com o especificado pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP), são selecionadas as máquinas para produzir os diferentes tipos de caixas e tampas.

A Engenharia de Processo fica responsável pelos parâmetros do processo e a garantia de padronização da fabricação das caixas e tampas.

O Controle de Qualidade checa se os produtos estão sendo produzidos de acordo com o especificado e obedecem as exigências impostas pelas montadoras.

A unidade fabril de produção de componentes plásticos possui uma demanda média de energia elétrica de cerca de 1600 kW, com um fator de potência médio de 0,92 indutivo. Representa cerca de 50 % da fatura de energia, que ainda conta com a metalúrgica produtora de chumbo e com a unidade de baterias industriais. Essas unidades fabris juntas (Serra do Gavião) enquadram-se na tarifa horo sazonal verde, fazendo parte do grupo A4. Controlando todo esse sistema, há um gerenciador de energia que registra e atua a partir de dados de demanda, consumo, fator de potência. Além disso, o gerenciador disponibiliza os valores registrados na rede de computadores interna da fábrica.

A fábrica de plásticos conta com quatro transformadores; dois fabricados pela Cemec, de 750 kVA ligados em paralelo (conforme pode-se observar na Figura 4), um do fabricante Weg, a óleo de 1 MVA e outro também da WEG, a seco, de 1 MVA. Recebem energia no nível de tensão de 13,8 kV de um despacho geral.



Figura 4. Transformadores de 750 kVA

Há também dois grupos geradores interligados em paralelo que são responsáveis por fornecer eletricidade para a fábrica no horário de ponta e em situações de falta de fornecimento da concessionária local (Companhia Energética de Pernambuco; CELPE). Juntos, possuem potência nominal de 2,5 MVA, e serão detalhados na Seção 2.2.

Na sua subestação de despacho existem sete baias que são ocupadas por disjuntores, fusíveis e chaves de média tensão, conforme observa-se na Figura 5.



Figura 5. Baias de distribuição para tensão de 13,8 kV.

Ainda nesta subestação, têm-se os dois transformadores de 750 kVA cada, conectados em paralelo, citados anteriormente. No momento da geração a diesel, que ocorre em 380 V, esses equipamentos funcionam como transformadores elevadores para alimentar o barramento de média tensão da fábrica.

## 2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

No decorrer deste Capítulo serão apresentadas as principais atividades realizadas pelo estagiário na empresa Acumuladores Moura SA.

### 2.1 PROJETO DE NOVA SUBESTAÇÃO PARA FÁBRICA DE COMPONENTES PLÁSTICOS

Utilizando estudos realizados em gestões anteriores, fez-se a projeção de carga da fábrica de componentes plástico da empresa. Coube ao discente, analisar as alterações necessárias no sistema elétrico para suprir tal acréscimo de demanda conforme a tabela 1.

TABELA 1. ESTUDO DE EVOLUÇÃO DE CARGA REALIZADO EM GESTÃO ANTERIOR.

Ano	Projeção da evolução de cargas em kWh			
	UND 08	UND 04	UND 05	TOTAL
2012	938	1131	1500	3569
2013	1137	1317	1863	4317
2014	1302	1357	2081	4740
2015	1561	1397	2331	5289
2016	1774	1628	2498	5900
2017	2132	1668	2882	6682
2018	2397	1708	3103	7208
2019	2534	1708	3353	7595

Com o tempo de estágio, o discente pode verificar as variações de demanda de energia elétrica em função das vendas de baterias. Em meses de vendas baixas, chega-se a utilizar apenas 70% da demanda contratada da concessionária. São flutuações difíceis de prever com o atual esquema de logística da empresa, de acumular pouco estoque. Com isso, a infra estrutura da fábrica precisa estar pronta para aumentos de vendas por vezes acima do esperado.

Seguindo o plano diretor apresentado pela gerência, viu-se a necessidade de alimentar 3 galpões com 33 máquinas injetoras de plástico e seus respectivos sistemas de ar comprimido e resfriamento de água. Atualmente, tem-se instalado menos de um

terço desta nova carga, sendo alimentada provisoriamente por um transformador de 1 MVA.

Baseando-se no perfil de carga das máquinas já instaladas, o estagiário pode prever qual o tamanho da subestação a ser construída para as novas demandas, sempre buscando projetar um sistema que receba com folga novas instalações que não estavam previstas anteriormente. Na Figura 6, tem-se uma imagem do gerenciador de energia com a carga (kW) das 9 máquinas que já estão instaladas.

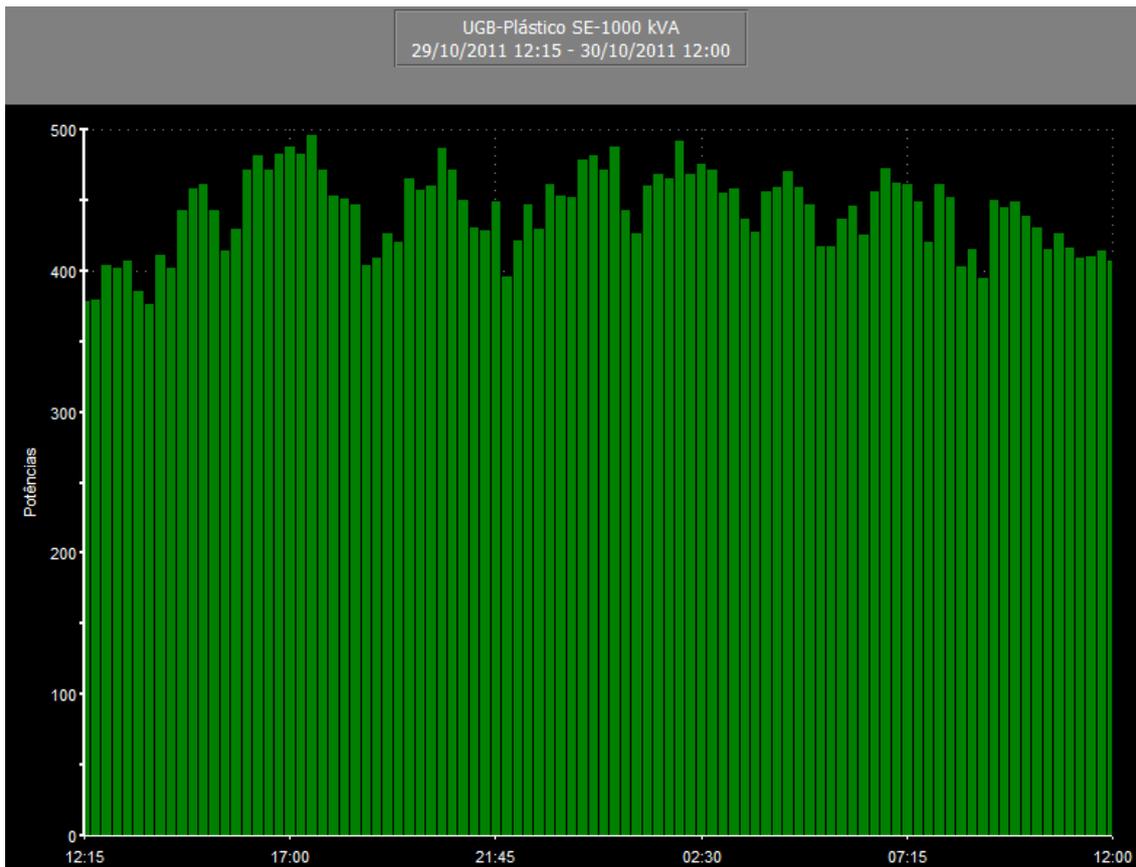


Figura 6. Demanda da carga de 9 máquinas injetoras.

Assim, ficou definido que esta subestação rebaixadora 13.800/380 V, seria de 3 MVA, aproveitando o transformador de 1 MVA que hoje alimenta um dos galpões e incluindo um transformador novo a seco de 2 MVA de potência nominal.

Todavia, a carga a ser alimentada possui algumas particularidades. É constituída basicamente por motores entre 30 e 100 cv. Alguns desses motores trabalham com conjugado variável, de acordo com a necessidade dos sistemas hidráulicos e pneumáticos que eles estão acoplados. Com isso há frequentemente a ocorrência de picos de corrente em cada máquina, conforme ilustrado no Anexo A.

A ideia inicial apresentada como solução para a gerência é de colocar cubículos de seccionamento em média tensão, em uma sala ociosa vizinha à subestação de despacho geral que hoje está sem espaço para o acréscimo de novos equipamentos. Isso evitaria grandes mobilizações em reformar a antiga subestação. A subestação de despacho geral possui um barramento tipo vergalhão de cobre de 3/8 polegadas de diâmetro como pode ser observado na Figura 8 .



Figura 8. Barramento tipo vergalhão de cobre

Com essa espessura, seu limite de condução de corrente é de aproximadamente 105 A. Através de registros de demanda pelo gerenciador de energia, sabe-se que o valor real neste barramento já chegou a 95A. Com isso, este seria um fator limitante para o aumento de carga na fábrica, pois sua troca poderia deixar a fábrica sem energia por muito tempo. A solução apresentada pelo discente foi de conectar a alimentação dos novos cubículos na entrada do barramento, de forma que o fluxo de potência da nova carga não afete o antigo vergalhão. Desta forma, a corrente total será dividida por dois no ponto de conexão do antigo vergalhão com a nova saída para os cubículos de média.

Este projeto possui um cronograma que está concatenado com a instalação das novas máquinas injetoras, no início de 2013. Deve ser apresentado à Diretoria de Projetos em Março de 2012, tendo o restante do ano para ser executado.

## 2.2 GESTÃO DO GRUPO GERADOR

A fábrica de componentes plásticos conta com dois grupos geradores conectados em paralelo com capacidade total nominal de 2,5 MVA em 380 V (figura 9).



Figura 9. Grupos geradores de 2,5 MVA de potência aparente.

Seus alternadores são de fabricação da WEG e seus motores a diesel foram fabricados pela Cummins. Porém, realizando consultas com a empresa responsável pela instalação e assistência técnica dos grupos, estimou-se que a capacidade real dos equipamentos, em potência ativa, é de 1,8 MW, por conta das perdas mecânicas e do baixo fator de potência.

Estes geradores foram instalados em 2003 com o intuito de garantir o fornecimento no caso de faltas de energia e principalmente para gerar no horário de ponta. São conectados em um barramento de baixa tensão (figura 10) de onde parte de seu fluxo de potência segue em 380 V para uma parte da fábrica e outra parcela sofre uma elevação de tensão e segue em 13,8 kV para o restante da fábrica.



Figura 10. Barramento de baixa tensão dos geradores.

O disjuntor geral dos grupos geradores é intertravado com o disjuntor geral que alimenta a fábrica através da concessionária. Quando os geradores assumem a carga, a fábrica é seccionada da rede pública. Tais disjuntores são controlados por Unidades de Supervisão de Corrente Alternada (USCA), Figura 11, e possuem entrada e saída em rampa, garantindo a continuidade do fornecimento de energia na comutação.



Figura 11. Painel das USCA.

O maior atrativo do grupo gerador foi sua tarifa de geração. Atualmente, a CELPE oferta energia elétrica a R\$ 2,00/kWh consumido no horário de ponta, tarifa

horosazonal verde. Somando-se manutenção e óleo diesel consumido, conseguiu-se uma tarifa de geração de aproximadamente R\$ 0,45/kWh gerado. Porém, essa economia corre um grande risco quando há falha na geração. Apenas um dia sem gerar no horário de ponta causa um prejuízo de cerca de R\$ 7.000 para a empresa.

Com isso, a manutenção destes equipamentos é de extrema importância. O estagiário agendou trocas de óleo, filtros, água e aditivos periodicamente. Inspeções também são supervisionadas pelo discente diariamente, para garantir o funcionamento confiável dos geradores.

Como dito anteriormente, a capacidade real do equipamento é de 1800 kW. Isto seria suficiente para alimentar a fábrica de componentes plásticos até 2013. Porém, estes equipamentos também alimentam uma parte das instalações da unidade de baterias industriais que possui uma carga média de 250 kW. Pelos últimos registros verificados nas próprias USCA, viu-se que os grupos geradores estão no limite de operação.

Com isso, tendo em vista as novas máquinas que entrarão em operação ao longo deste ano, a geração a diesel não terá condições de suprir toda a carga. No tópico 2.3, será discutida a solução para tal problema.

### 2.2.1 ENERGIA MAIS

A CELPE viabiliza um tipo de energia adicional temporária e interruptível denominada Energia Mais. Isso serve para consumidores que possuem geração própria no horário de ponta ou para suas máquinas nesse momento.

No final de 2011, a CELPE ofertou a Moura igualar a tarifa de geração diesel com a Energia Mais. Junto com outro representante da Moura, o estagiário participou da negociação deste fornecimento de energia. O fator preponderante desta oferta estava no fato de que os riscos de falha no fornecimento de energia diminuiriam bastante, já que os grupos geradores são mais susceptíveis a problemas.

Com isso, fechou-se o contrato com a CELPE e desde então, os grupos geradores estão funcionando apenas para emergências. Todavia, coube ao discente elaborar uma rotina de testes dos equipamentos para garantir seu funcionamento quando necessário. Ficou-se estabelecido que os grupos deveriam assumir a fábrica quinzenalmente por 20 minutos.

## 2.3 ESTUDO PARA INSTALAÇÃO DE SUBESTAÇÃO DE 69 KV

A Fábrica de Componentes Plásticos juntamente com a Metalúrgica e a Fábrica de Baterias Industriais formam o complexo fabril da Serra do Gavião. Este complexo possui um contrato de demanda com a CELPE de 3200 kW. De acordo com a projeção de demanda da Tabela 1, em 2012 esse valor iria para cerca de 3600 kW. Este é o limite de geração dos grupos geradores a diesel de todo o complexo fabril, já que as outras unidades citadas possuem mais dois grupos semelhantes aos da fábrica de plástico.

Com isso, passou-se a estudar como se daria a estruturação da matriz energética para suprir o crescimento do complexo. Os grupos geradores sempre apresentaram bons números para a empresa, visto que sua tarifa de geração é muito atrativa. Porém, comprar mais geradores para suprir as novas cargas seria construir um sistema de geração a diesel de grandes proporções. A necessidade de espaço físico para instalar os grupos, a poluição dos motores a diesel e a perda de confiabilidade com o passar dos anos deixaram a diretoria da Moura receosa de realizar tal investimento.

Uma das soluções vistas pela diretoria, foi a construção de uma subestação com tensão de conexão de 69 kV. Seria um custo semelhante aos grupos geradores e aumentaria a confiabilidade no fornecimento de energia, ponto fraco dos grupos geradores.

Porém, o discente acompanhado de outro representante da Moura visitou uma empresa de comercialização no mercado livre de energia elétrica. A partir de simulações realizadas com a carga do complexo fabril da Serra do Gavião, viu-se que as tarifas ofertadas para esse mercado estavam extremamente atrativas quando comparadas as tarifas do mercado cativo. A Moura iria manter a tensão de conexão em 13,8 kV, e passaria a ser cliente livre incentivado de acordo com classificação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Esse tipo de consumidor compra energia de fontes renováveis e tem direito a desconto da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD).

Entretanto, a CELPE enviou um ofício declarando que a partir da demanda de 2013, teríamos que ser alimentados através de tensão de conexão de 69 kV. De acordo com os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) elaborado pela agência nacional de energia elétrica, ANEEL, a partir da demanda de 2500 kW, o cliente deve ser alimentado em alta tensão. Caso haja

viabilidade técnica, o consumidor pode ter uma tensão de conexão diferente da estabelecida pelo PRODIST assumindo os investimentos necessários à conexão no nível de tensão pretendido.

O discente passou então a negociar com a CELPE o atestado de viabilidade técnica para que a Moura pudesse ingressar no mercado livre incentivado com nível de tensão de 13,8 kV.

Em 2008, a matriz da Moura (Unidade 01) construiu sua própria subestação de 69 kV, deixando assim de ser alimentada pelo sistema 13,8 kV da cidade de Belo Jardim. Na ocasião, era uma carga de aproximadamente 4 MW. Isso indicou que era provável que a CELPE tivesse disponibilidade nos seus transformadores. Solicitou-se então um estudo de viabilidade técnica a Engenharia de Distribuição da CELPE. Como resposta, a Engenharia avaliou que era possível alimentar o complexo fabril da Serra do Gavião por mais 3 anos com tensão de conexão de 13,8 kV. A Moura teria que arcar com as despesas de recondução do alimentador que interliga a subestação CELPE às dependências da Moura, com descontos na obra por conta do aumento de demanda, previsto pela regulamentação da própria CELPE.

Em análise feita pelo discente, seria um investimento baixo comparado a construir uma subestação 69 kV e permitiria usufruir de tarifas atraentes do mercado livre incentivado, já que com tensão de conexão de 69 kV, não teríamos direito a estas tarifas incentivadas. Diante da falta de planejamento para realizar a construção da subestação, a construção sairia em torno de 4 milhões de reais. A obra de redimensionamento da linha de 13,8 kV sairia em torno de 200 mil reais. Esse valor se amortizaria pelas diferenças das tarifas obtidas pelo mercado livre incentivado em aproximadamente 1 ano.

### 3 CONCLUSÃO

O estágio integrado na empresa Acumuladores Moura S.A. permitiu ao autor pôr em prática conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia Elétrica. Todas as atividades realizadas na empresa foram de grande valia para a formação profissional do aluno. Desde o aperfeiçoamento de conhecimentos técnicos até a verificação da importância do bom relacionamento interpessoal no ambiente de trabalho.

Quanto à construção da subestação abrigada, o discente poderá iniciar a execução do projeto a partir de abril, fazendo as modificações que achou necessárias no sistema elétrico da fábrica. A comunicação foi uma ferramenta fundamental para o estagiário, pois permitiu que este com pouco tempo de empresa, tomasse conhecimento do complexo arranjo elétrico da planta fabril. Ouvir atentamente os relatos de técnicos mais experientes e de antigos parceiros prestadores de serviços tornaram as decisões do aluno mais seguras. Na prática, alguns conceitos acadêmicos acabam dando lugar a soluções alternativas. Todavia, deve-se avaliar com a aplicação e segurança destas soluções, que podem ser causadores de problemas futuros, pondo em risco a vida de pessoas e a confiabilidade do fornecimento de energia da fábrica.

A responsabilidade de supervisionar os grupos geradores trouxe ao discente estímulo para buscar conhecimentos além dos vistos na universidade. No período em que esteve na gestão dos grupos, estes só deixaram de gerar em uma ocasião, representando um ótimo resultado. Isso ocorreu devido também às ótimas condições deixadas pela gestão anterior, que acompanhava de perto a operação dos geradores e intervia rapidamente. Coube ao estagiário tomar isso como referência e manter o padrão de qualidade.

A intervenção do discente no problema na questão da construção da subestação 69 kV incorporou muitos conhecimentos, principalmente em uma área em alta que é a comercialização de energia elétrica no mercado livre. Migrar para este ambiente pode trazer boas economias para as indústrias. O cenário está favorável com grandes investimentos em geração e transmissão de energia, além de incentivos fiscais do governo. No futuro, a construção dessa subestação será necessária, mas a empresa terá mais tempo para planejá-la e até lá irá usufruir das boas tarifas do mercado livre incentivado.

## BIBLIOGRAFIA

MAMEDE, J.F. **Instalações Elétricas Industriais**: 8.ed. São Paulo: LTC, 2010.

Documentação Interna da Empresa Acumuladores Moura S/A.

Norma CELPE de fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição classe 15 kV.

H.CREDER. **Instalações elétricas**, 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

## ANEXO A

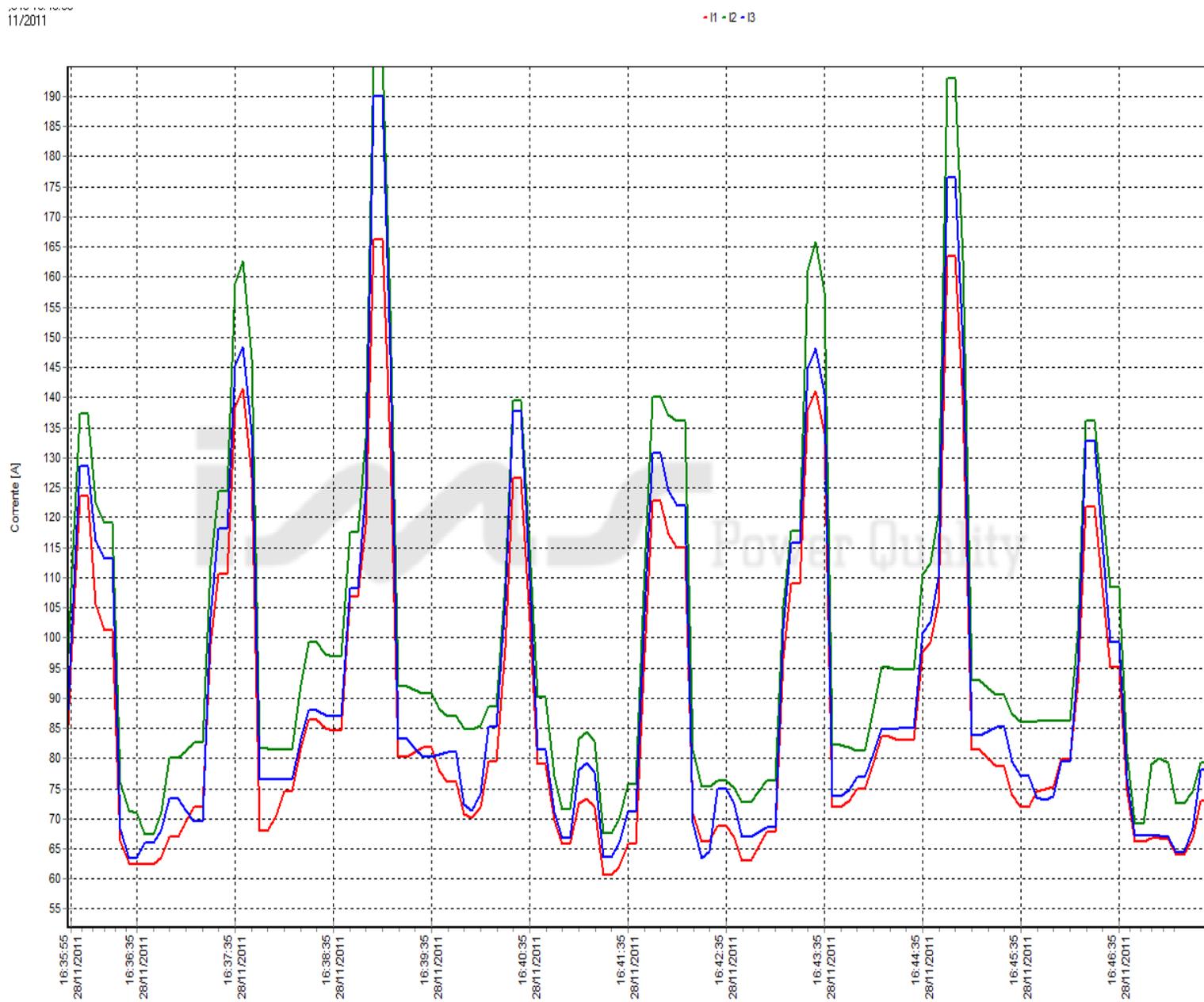


Figura A1. Picos de corrente registrados em máquinas injetoras.