

Victor Rafael Bezerra Maciel

**Relatório de Estágio Integrado:
Acumuladores Moura S.A.**

Campina Grande, Paraíba

Dezembro de 2022

Victor Rafael Bezerra Maciel

Relatório de Estágio Integrado: Acumuladores Moura S.A.

Relatório de Estágio Integrado submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Centro de Engenharia Elétrica e Informática – CEEI
Departamento de Engenharia Elétrica – DEE

Orientador: Ronimack Trajano de Souza, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2022

Victor Rafael Bezerra Maciel

Relatório de Estágio Integrado: Acumuladores Moura S.A.

Relatório de Estágio Integrado submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Trabalho aprovado. Campina Grande, Paraíba, 09 de Dezembro de 2022:

Ronimack Trajano de Souza, D. Sc.
Orientador

Adolfo Fernandes Herbster
Convidado

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2022

Agradecimentos

Muitas pessoas foram fundamentais durante a minha trajetória. Gostaria de agradecer e dedicar este trabalho, em especial, as seguintes pessoas:

Aos meus pais, Moizes e Viviane, por todo amor, apoio, compreensão e conselhos que me deram ao longo da vida.

Ao meu irmão Vinicius (*In Memoriam*), que sempre me apoiou e tanto me ensinou ao longo de sua vida.

Aos meus amigos Thiago, Rhamon, Nicolas, Meirelly, que sempre me divertem e escutam meus problemas.

Aos meus colegas de curso, em especial aos membros do grupo "Não Cola". Nunca esquecerei dos momentos que vivemos juntos ao longo da graduação.

A toda a equipe de Insumos Energéticos e da Diretoria de Metais e Sustentabilidade.

A todos os republicanos da República dos Primos e amigos que fiz na Moura.

Ao meu orientador de estágio, professor Ronimack.

Ao professor Rafael, meu orientador de PIBIC e do TCC.

Resumo

As atividades desempenhadas durante o Estágio Integrado foram desenvolvidas no setor de Gestão de Insumos Energéticos na empresa Acumuladores Moura S.A., que é líder de mercado na América do Sul no setor de acumuladores de energia. As atividades desenvolvidas pelo estagiário consistiram em treinamentos junto a equipe de engenheiros que é responsável pela gestão de energia elétrica e gás natural consumidos pelas unidades fabris da Acumuladores Moura S.A. Por meio dessas capacitações, foi possível conhecer e trabalhar com diversas pessoas, de vários cargos e níveis hierárquicos dentro da organização. Com isto, o estagiário vivenciou a rotina do setor, tendo contato com temas como gestão de energia, gestão de carbono, eficiência energética, segurança em eletricidade e gestão de projetos. Além disto, o aluno pode ser responsável por diversos projetos ao longo do estágio, com destaque para projetos de infraestrutura elétrica. A experiência do estágio contribuiu de forma significativa para a formação profissional, além de possibilitar a aplicação de vários conhecimentos aprendidos durante a graduação.

Palavras-chave: Acumuladores Moura; gestão de insumos energéticos; gestão de energia; eficiência energética; NR10; gestão de projetos; estágio.

Abstract

The activities performed during the Integrated Internship were carried out in the Energy Input Management sector at the company Accumulators Moura S.A., which is the market leader in South America in the energy accumulator sector. The activities carried out by the intern consisted of training with the team of engineers that is responsible for managing the electricity and natural gas consumed by the manufacturing units of Accumulators Moura S.A. Through this training, it was possible to meet and work with several people, from various positions and hierarchical levels within the organization. With this, the intern experienced the routine of the sector, having contact with topics such as energy management, carbon management, energy efficiency, electricity safety, and project management. In addition, the student may be responsible for several projects throughout the internship, with an emphasis on electrical infrastructure projects. The internship experience contributed significantly to professional training, in addition to enabling the application of various knowledge learned during graduation.

Keywords: Acumuladores Moura; management of energy inputs; power management; energy efficiency; NR10; project management; internship.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Fluxo da logística reversa das baterias	12
Figura 2 – Estrutura organizacional - Gestão de Insumos Energéticos	14
Figura 3 – Plano de ação para gerenciamento das ações de NR10 - UN08	17
Figura 4 – Auditoria realizada no PIE da UN08	18
Figura 5 – Indicador de eficiência energética - UN 01	20
Figura 6 – Relatório de Insumos Energéticos - formato antigo	21
Figura 7 – Relatório de Insumos Energéticos - formato melhorado	22
Figura 8 – Vista frontal SE 07 - UN10	23
Figura 9 – Desenho UN10 e canteiro de obras	23
Figura 10 – Limites de queda de tensão	26
Figura 11 – Diagrama do processo de compras	28
Figura 12 – Cronograma da obra - rede elétrica do canteiro de obras	29
Figura 13 – Etapa de limpeza de vegetação e implantação dos postes	30
Figura 14 – Etapa da passagem dos cabos nos postes	30
Figura 15 – Etapa de conexão do circuito com a SE07	31
Figura 16 – Obra executada - rede elétrica do canteiro de obras	32
Figura 17 – Almojarifado de matéria-prima - antes da obra	33
Figura 18 – Relatório luminotécnico: Almojarifado de matéria-prima - antes da obra	33
Figura 19 – Projeto executivo de melhoria da iluminação no galpão	34
Figura 20 – Relatório luminotécnico: Almojarifado de matéria-prima - após a obra	34
Figura 21 – Almojarifado de matéria-prima - após a obra	35
Figura 22 – Nova metalúrgica - UN14	36
Figura 23 – Diagrama elétrico simplificado - SE MOURA II	37
Figura 24 – Rede compacta de distribuição - UN10	38
Figura 25 – Estruturas que interferem no traçado da rede	39
Figura 26 – Imagem de satélite onde a rede será construída	40
Figura 27 – Planta baixa com detalhes da rede elétrica	40
Figura 28 – Detalhes para locação dos postes	42
Figura 29 – Descarrego dos postes para obra	43

Lista de abreviaturas e siglas

RDM	Rede de Distribuição Moura
RSM	Rede de Serviços Moura
ISO	<i>International Standard Organization</i>
CEM	Cultura Empresarial Moura
UN	Unidade
MBAI	Moura Baterias Automotivas e Industriais
BASA	Baterias Argentinas S.A
NR	Norma Regulamentadora
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SIMA	Segurança Industrial e Meio Ambiente
CDM	Centro de Distribuição Moura
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
GEEs	Gases de Efeito Estufa
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
PIE	Prontuário de Instalações Elétricas
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
FD	Fator de Demanda
NDU	Norma de Distribuição Unificada
SE	Subestação Elétrica
PT	Permissão de Trabalho
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PTA	Plataforma de Trabalho Aéreo

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos	9
1.2	Estrutura do relatório	10
2	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	11
2.1	Acumuladores Moura S.A.	11
2.1.1	Estrutura Organizacional	12
2.1.2	Cultura Empresarial Moura	13
2.1.3	Setor: Gestão de Insumos Energéticos	13
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	16
3.1	Adequações à NR 10	16
3.1.1	Acompanhamento dos planos de ação	17
3.2	Elaboração de relatórios	19
3.3	Elaboração de escopos técnicos	20
3.4	Projeto e execução de rede elétrica para alimentação de canteiro de obras	21
3.4.1	Projeto elétrico	22
3.4.1.1	Premissas e considerações	22
3.4.1.2	Cálculo da seção mínima dos condutores	25
3.4.1.2.1	Método da capacidade de corrente	25
3.4.1.2.2	Método da queda de tensão	26
3.4.2	Execução do projeto elétrico	28
3.4.2.1	Processo de compras e preparação para a obra	28
3.4.2.2	Obra elétrica	29
3.5	Execução de projeto luminotécnico	31
3.6	Construção de rede elétrica de média tensão	34
3.6.1	A UN14	35
3.6.2	Etapa de elaboração de projeto	36
3.6.2.1	Premissas e escolhas de projeto	36
3.6.2.2	Projeto executivo	39
3.7	Etapa de construção	41
4	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Neste relatório serão apresentadas as principais atividades desenvolvidas no estágio realizado na empresa Acumuladores Moura S.A, localizada no município de Belo Jardim, Pernambuco. O período de estágio foi de 15 de novembro de 2021 a 11 de novembro de 2022, no setor de Gestão de Insumos Energéticos, alocado na Diretoria de Metais e Sustentabilidade, contabilizando uma carga horária total de 1518 horas. Durante este período, foi possível aplicar diversos conhecimentos adquiridos durante o Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. Além disso, o estágio possibilitou o contato com temas que não são contemplados na ementa das disciplinas da graduação, como a gestão de carbono e o gerenciamento de projetos, bem como o aprofundamento em temas pertinentes à grade curricular, como projetos de instalações elétricas e de redes elétrica e adequação à NR 10 - Instalações e Serviços de Eletricidade.

Além das habilidades técnicas, a imersão em um ambiente industrial, exercendo atividades de caráter corporativo, foi de extrema importância para desenvolver habilidades comportamentais, tais como trabalho em equipe, gestão do tempo, comunicação eficaz e relações interpessoais. Estas habilidades, que são fundamentais dentro do ambiente empresarial, foram trabalhadas desde o início do estágio em atividades de rotina, projetos e treinamentos, que serão descritos neste relatório.

1.1 Objetivos

O componente curricular Estágio Integrado se caracteriza como estágio obrigatório, com carga horária mínima de 660 horas, cuja finalidade é proporcionar aos alunos experiências complementares àquelas encontradas durante a graduação. Sendo assim, o estágio tem por objetivo inserir o aluno em um ambiente profissional para que o mesmo possa empregar os conhecimentos e habilidades adquiridas durante o curso de graduação em Engenharia Elétrica no mercado de trabalho. Além disto, objetiva-se propiciar a obtenção de habilidades técnicas e comportamentais que são relevantes para a atividade profissional em engenharia.

Os objetivos específicos do plano de estágio são:

1. Ajudar o desenvolvimento de projetos de eficiência energética na área de eletricidade e gás natural;
2. Auxiliar na aplicação da norma ISO 50001 (Eficiência Energética);
3. Apoiar a realização de estudos comparativos de matrizes de energéticas;

4. Acompanhar projetos de adequação a NR 10;
5. Apoiar projetos de subestações de média tensão

1.2 Estrutura do relatório

O trabalho está estruturado em 4 capítulos, incluindo este introdutório, conforme será descrito a seguir. No Capítulo 1 foi apresentado uma breve introdução e os objetivos do estágio, bem como a estrutura de organização do relatório. No Capítulo 2, será apresentado a empresa na qual o estágio foi realizado, a Acumuladores Moura S.A., destacando sua história, estrutura organizacional e setor no qual o estagiário desenvolveu suas atividades. No Capítulo 3, serão descritas as atividades desenvolvidas pelo aluno na empresa ao longo do período de vigência do seu vínculo de estágio. Por fim, no Capítulo 4 serão apresentadas as conclusões sobre o trabalho.

2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.1 Acumuladores Moura S.A.

A Acumuladores Moura S/A foi fundada no ano de 1957, pelo químico industrial Edson Mororó Moura e colega de profissão e esposa Conceição Viana Moura. Sediada na cidade de Belo Jardim, interior de Pernambuco, atualmente é a maior empresa no segmento de acumuladores de energia da América Latina. Com mais de 60 anos no mercado, a Moura possui sete plantas fabris, sendo cinco delas em Belo Jardim, uma em Itapetininga e outra na cidade de Pilar, na Argentina, com uma produção anual de mais de 7,5 milhões de baterias. Em seu portfólio, a empresa possui produtos para o setor automotivo, náutico, ferroviário, de telecomunicações, além de soluções para sistemas *nobreaks*, baterias de lítio e sistemas de armazenamento de energia para fontes de energia renovável. Um resumo de importantes marcos na empresa pode ser encontrado na Tab. 1 (SALES, 2014), (MOURA, 2021).

Tabela 1 – Marcos na história da Acumuladores Moura S.A.

Período	Marco
1957	Fundação da Moura em Belo Jardim - PE
1966	Fundação da Metalúrgica Moura
Fim da década de 1970	Implantação da Rede de Distribuição Moura (RDM)
1983	Início do fornecimento à Fiat Automóveis S.A.
1986	Implantação da fábrica em Itapetininga - SP
1988	Início do fornecimento à Volkswagen do Brasil
2000	Início do fornecimento à Iveco
2002	Início do fornecimento à Nissan
2005	Início do fornecimento à Mercedes-Benz
2008	Início do fornecimento à Chery
2010	Início do fornecimento à Kia Motors
2011	Inauguração da planta industrial na Argentina
2015	Inauguração da Rede de Serviços Moura (RSM)

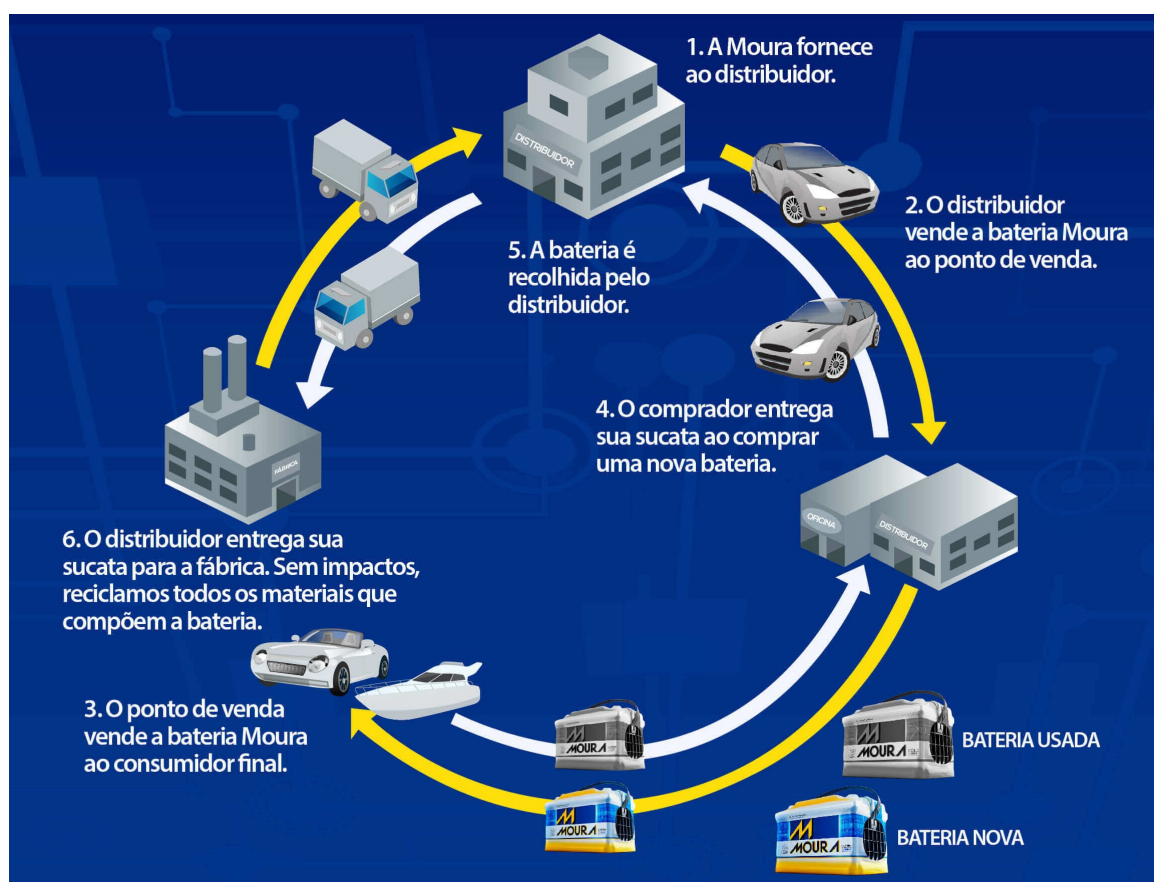
Fonte: Moura, 2021 - Adaptado

A Moura tornou-se um grupo empresarial, sendo parte do Grupo Moura, que atuam em diferentes áreas de negócios: o Instituto Conceição Moura, que busca impulsionar o empreendedorismo social em Belo Jardim; o Instituto Tecnológico Edson Mororó Moura (ITEMM), que atua como um centro de pesquisa, desenvolvimento e inovação; a Transportadora Bitury, que é responsável pela logística da RDM.

A empresa é destaque no cenário de sustentabilidade. Seu programa de logística reversa, no qual há o recolhimento e reciclagem de baterias inservíveis, é referência no

país. Esta etapa faz parte do processo produtivo, sendo responsável pelo reaproveitamento do plástico e do chumbo, além de promover o correto descarte do ácido. A Fig. 1 mostra o ciclo da bateria ao longo de sua vida útil. As setas em amarelo mostram o fluxo de fornecimento de uma bateria nova, da fabricação até o cliente, enquanto a seta branca indica o fluxo da logística reversa, do cliente até a fábrica. Ademais, a Moura possui certificações internacionais em três normas ISO: ISO 14001 - Sistema de Gestão Ambiental; ISO 9001 - Gestão de Qualidade; ISO 45001 - Sistema de Gestão da Saúde e Segurança.

Figura 1 – Fluxo da logística reversa das baterias



Fonte: Moura, 2021

2.1.1 Estrutura Organizacional

Conforme já mencionado, a Acumuladores Moura S.A. possui diversas unidades localizadas no Brasil e em outros países. Na cidade de Belo Jardim, há a Unidade 01, que é a Unidade Matriz e o Complexo Industrial Serra do Gavião, que contém as Unidades 04, 05, 08, 10 e 12, além da Unidade 14, que está em fase de construção. Já na cidade de Itapetininga, no estado de São Paulo, há a Unidade 06, conhecida como MBAI. Na Argentina, na cidade de Pilar, há a unidade BASA. Abaixo, pode ser encontrado um resumo das atividades de cada unidade.

- Belo Jardim - PE:
 - UN 01 (Matriz): possui quase toda a cadeia produtiva para a fabricação de baterias. Esses processos são: Produção de placas, Montagem, Formação e Acabamento. Seu produto acabado são baterias automotivas.
 - UN 04: responsável por produzir os lingotes de chumbo, além de realizar a reciclagem das baterias inservíveis.
 - UN 05: produz as partes de plástico que compõem a bateria (caixa, tampa e sobre tampa), além de fabricar os polos.
 - UN 08: produz óxido de chumbo, baterias industriais e baterias de moto.
 - UN 10: produz baterias automotivas.
 - UN 12: centro de distribuição;
 - UN 14: unidade em construção, que substituirá a UN 04, sendo responsável futuramente por produzir os lingotes de chumbo e reciclar as baterias inservíveis.
- Itapetininga - SP:
 - UN 06 (MBAI): recebe baterias montadas e realiza os processos de Formação e Acabamento.
- Pilar - ARG:
 - BASA: fornece baterias para montadoras e para o mercado de reposição na Argentina.

2.1.2 Cultura Empresarial Moura

O Grupo Moura possui uma cultura organizacional bastante forte, baseada sobretudo na valorização das pessoas, criação de vínculos e foco no cliente. A Cultura Empresarial Moura, ou CEM, como é conhecida, norteia as ações que os colaboradores devem ter, bem como a visão que eles têm sobre a organização.

A CEM é de grande importância para o Grupo Moura e seus colaboradores, de modo que desde o início do estágio há uma imersão nos valores da organização, por meio de materiais e treinamentos. Ademais, como a CEM está enraizada na rotina de cada colaborador, a própria vivência na organização é responsável por reforçar os valores do Grupo Moura. A Tab. 2 resume os valores da CEM.

2.1.3 Setor: Gestão de Insumos Energéticos

O setor de Gestão de Insumos Energéticos, no qual foi realizado o estágio, faz parte da Diretoria de Metais e Sustentabilidade. Além dele, fazem parte da Diretoria os

Tabela 2 – Valores da Cultura Empresarial Moura

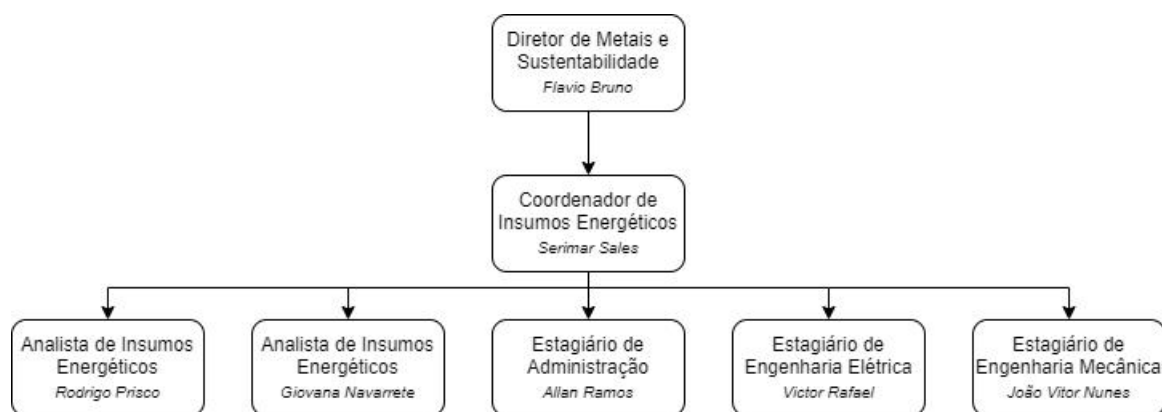
Valor	Descrição
Pessoas	Acreditamos nas pessoas.
Qualidade	Somos comprometidos em fazer bem-feito.
Inovação	Fazemos o novo para perpetuar nosso negócio.
Sustentabilidade	Buscamos o crescimento sustentável e longevidade do nosso negócio.
Clientes	Acreditamos que nosso sucesso depende do sucesso dos nossos clientes.
Integridade	Agimos conforme nossos valores e princípios.
Persistência	Somos incansáveis na superação de desafios.

Fonte: Moura, 2021 - Adaptado

setores de Compra de Metais, Segurança Industrial e Meio Ambiente, Responsabilidade Social, Patrimônio Externo e Sustentabilidade, além da Gerência Industrial da Unidade Metalúrgica (UN04).

O setor de Gestão de Insumos Energéticos é formado por um estagiário de Administração, um estagiário de Engenharia Elétrica, um estagiário de Engenharia Mecânica e dois Analistas de Insumos Energéticos, que são liderados pelo Coordenador de Insumos Energéticos. A Fig. 2 mostra a estrutura organizacional do setor.

Figura 2 – Estrutura organizacional - Gestão de Insumos Energéticos



Fonte: Autoria própria

O setor de Gestão de Insumos Energéticos tem como principal responsabilidade o gerenciamento do consumo de energia elétrica e gás natural das unidades fabris que compõem o Grupo Moura. Entre as atividades que são de sua atribuição, tem-se:

- Estabelecimento de metas baseado em indicadores de eficiência energética que relacionam a produção com o consumo, além da avaliação mensal de cumprimento destas metas estabelecidas por meio do acompanhamento dos planos de ações e projetos de cada uma das unidades.

- Elaboração e gestão de projetos visando melhorias de eficiência energética no Grupo Moura.
- Gestão da segurança em eletricidade no Grupo Moura, isto é, garantir por meio de auditorias internas que todas as unidades fabris estejam em conformidade com a NR 10, além de apoiar na construção de planos de ação para adequações.
- Gerenciamento dos contratos vigentes de compra e venda de energia elétrica no ambiente do Mercado Livre de Energia (CCEE) e contratos de gás natural para as unidades da Moura no Brasil.
- Realização de orçamentos relacionados aos insumos energéticos, de modo a entregar ao Grupo previsões de consumo e custos relacionado a produção nos próximos anos.
- Gerenciamento de serviços de manutenção e melhorias nas subestações de 69 kV.
- Gerenciamento das emissões de carbono e elaboração de inventário de emissões de GEEs.
- Gerenciamento de projetos de abastecimento de insumos energéticos, tais como construção de redes elétricas de média e alta tensão, subestação elétrica de alta tensão além da construção de gasoduto para atender nova unidade fabril.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o período do estágio, foram realizadas diversas atividades, dentre as quais, destacam-se:

- Gerenciamento dos planos de ação de adequações à NR 10 nas unidades fabris;
- Elaboração de escopos técnicos para contratação de serviços de manutenção elétrica, projetos e obras elétricas, laudos técnicos e serviços de consultoria;
- Elaboração e apresentação de relatório dos insumos energéticos para as gerências industriais;
- Projeto e supervisão da construção de rede elétrica de alimentação de canteiro de obras;
- Acompanhamento de execução de adequação de iluminação conforme projeto luminotécnico;
- Gestão de projeto de construção de rede elétrica de média tensão;
- Treinamentos sobre o Mercado Livre de Energia, Gestão de Carbono, Segurança em Instalações Elétricas e Gestão de Projetos;
- Elaboração de relatório de inteligência de mercado sobre os mercados de energia elétrica e gás natural para ser apresentado a Diretoria;
- Contratação e acompanhamento de serviços de limpeza de áreas no entorno da subestação elétrica e das redes de média tensão.

Dentre as atividades selecionadas, podem ser destacados os seguintes tópicos:

3.1 Adequações à NR 10

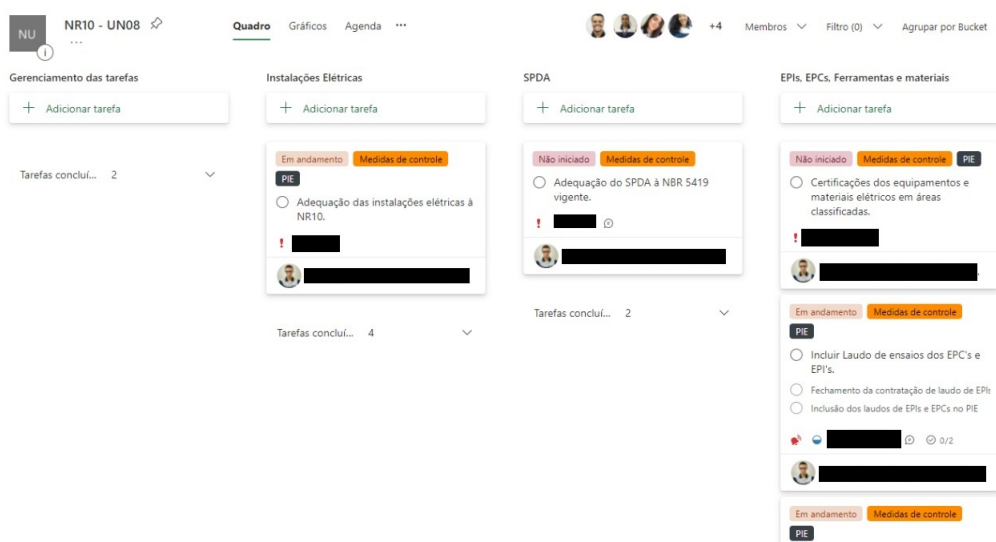
Uma das responsabilidades do setor de Gestão de Insumos Energéticos é apoiar, tanto de maneira técnica quanto na gestão, as ações para adequar todas as unidades fabris a NR 10. A NR 10 é uma norma regulamentadora originalmente editada pela Portaria MTb nº 3.214, com o objetivo de estabelecer as condições exigíveis para garantir a segurança do pessoal envolvido com o trabalho em instalações elétricas, em seu projeto, execução, reforma, ampliação, operação e manutenção, bem como segurança de usuários e terceiros (MTE, 2019).

3.1.1 Acompanhamento dos planos de ação

Uma das melhorias encabeçadas pelo estagiário para a gestão de NR10 foi o cadastro no Microsoft Planner® dos planos de ações das adequações de cada uma das unidades fabris. O Microsoft Planner é uma ferramenta de produtividade para o gerenciamento de tarefas de maneira colaborativa entre equipes. Na ferramenta, é possível criar quadros Kanban usando tarefas de conteúdo avançado, de modo a incluir arquivos, listas de verificação e rótulos, além de permitir geração de gráficos para o acompanhamento da conclusão das tarefas e notificações via email sobre prazos (MICROSOFT, 2021).

A Fig. 3 mostra um dos *planners* criados para a gestão das ações de NR10. Por meio dele, é possível que todas as partes interessadas consigam acessar as ações e consultar o andamento das mesmas de maneira rápida e simples. Os planos de ações são acompanhados em reuniões periódicas com cada uma dos grupos de trabalhos das unidades fabris.

Figura 3 – Plano de ação para gerenciamento das ações de NR10 - UN08



Fonte: Autoria própria

Além do acompanhamento recorrente dos planos de ação, outra atividade encabeçada pelo estagiário foi a auditoria interna dos Prontuários das Instalações Elétricas (PIEs) de cada uma das unidades fabris. Nesta auditoria, feita semestralmente, foi feita uma visita as unidades, de modo a observar todos os documentos que fazem parte do Prontuário, tais como: lista de autorização de funcionários; cópias de certificados de cursos profissionalizantes e capacitações em NR10 básico e NR10 para trabalho no Sistema Elétrico de Potência (SEP) atualizados; laudos do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA); lista, especificações e testes elétricos em equipamentos de proteção coletiva e individual; etc. A auditoria observava um total de vinte e dois itens, gerando para cada um deles uma nota que varia entre "Pendência grave", "Não conformidade" e "Em conformidade". Ao final das auditorias, um relatório era gerado e reportado às gerências

industriais, às Seguranças Industriais e Meio Ambiente (SIMAs) local e Corporativo, dando ciência dos principais problemas encontrados. A Fig. 4 mostra uma das auditorias realizadas em dezembro de 2021.

Figura 4 – Auditoria realizada no PIE da UN08



Fonte: Autoria própria

Por fim, além da gestão de adequações à NR10 de todas as unidades fabris, o estagiário foi responsável por acompanhar de forma dedicada e dar suporte técnico às adequações a serem realizadas no CDM/UN12, tendo em vista que a unidade não possui um engenheiro eletricista ou eletrotécnico dedicado que pudesse liderar e acompanhar as ações. Assim, foi responsabilidade do estagiário ir em área observar as maiores necessidades, elaborar escopos para contratações de serviços como laudos de SPDA, laudo de não conformidades à NR10 e elaboração de PIE, além dos serviços de projeto de adequação do SPDA e adequação das instalações elétricas. Além dos escopos técnicos, foi necessário acompanhar o processo de contratação, validar tecnicamente se a proposta das empresas a serem contratadas atendem ao escopo e as necessidades para o serviço e, por fim, gerir a execução do serviço. Este trabalho dedicado no CDM acabou por tornar o estagiário uma referência técnica para esta área, participando ativamente da avaliação técnica sobre a

instalação de um eletroposto para recarga de veículos elétricos e na construção de uma nova oficina de empilhadeiras.

3.2 Elaboração de relatórios

Uma das atividades de rotina desenvolvidas durante o estágio foi a elaboração de relatórios de insumos energéticos a serem apresentados aos gerentes industriais. Nestes relatórios, há o acompanhamento de indicadores de eficiência energética, que medem a quantidade de energia necessária para produzir certa quantidade de seu produto final, como por exemplo kWh/Ah (UN 01, UN 06, UN 08 e UN 10), kWh/kg PP (UN 05), m³/ton Pb (UN 04), dentre outros.

Algumas unidades fabris como as UN01, UN04, UN08 e UN10 utilizam energia elétrica e gás natural em seus processos industriais, de modo que deve-se manter a equivalência entre todas as taxas de eficiência. Assim, as medidas de consumo dos insumos energéticos são convertidas para kcal/produto. A equivalência entre kWh e kcal foi obtida diretamente de tabelas de conversão de energia térmica (WIKIPEDIA, 2022), enquanto que a relação entre m³ e kcal é alcançada por meio do poder calorífico do gás natural, que varia entre 9400 kcal/m³ e 8500 kcal/m³ (COPERGAS, 2022). Testes realizados no gás natural fornecido a Moura pela Copergás mostraram que o poder calorífico médio fica bastante próximo do poder calorífico superior.

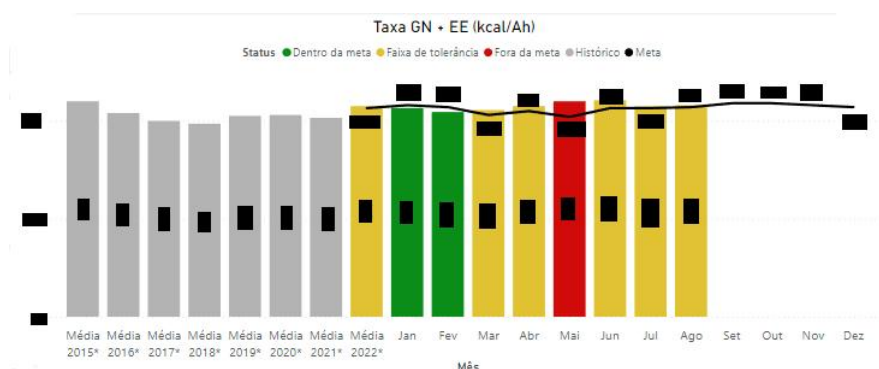
$$1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal} \quad (3.1)$$

$$1 \text{ m}^3 = 9400 \text{ kcal} \quad (3.2)$$

Com esta conversão, é possível somar os indicadores e ter uma visão global de como está a eficiência energética de cada unidade. Todos os meses, a equipe de Gestão de Insumos Energéticos calcula estes indicadores e os envia para os responsáveis das unidades, reportando o desempenho no mês em análise. A Fig. 5 mostra o histórico deste indicador ao longo do ano.

Todos os meses a equipe de Gestão de Insumos Energéticos é responsável por apresentar o Relatório de Insumos Energéticos para os gerentes industriais de cada unidade. Neste relatório, são apresentados o detalhamento do consumo, demanda e custos, indicadores de eficiência separados por processo, além de informações relevantes, como projeção dos Encargos de Serviço de Sistema e eventuais tratamentos de anomalia. Como melhoria proposta ao longo do estágio, a estrutura anterior era atualizada mensalmente de forma manual, conforme mostrada na Fig. 6, foi substituída por uma versão mais atualizada, moderna e de apelo mais visual, feita no *software* Power BI, na qual os relatórios são atualizados automaticamente de acordo com as revisões e atualizações mensais feitas na

Figura 5 – Indicador de eficiência energética - UN 01



Fonte: Autoria própria

base de dados do setor. Na Fig. 7 mostra o relatório da UN 01 para o mês de setembro de 2021.

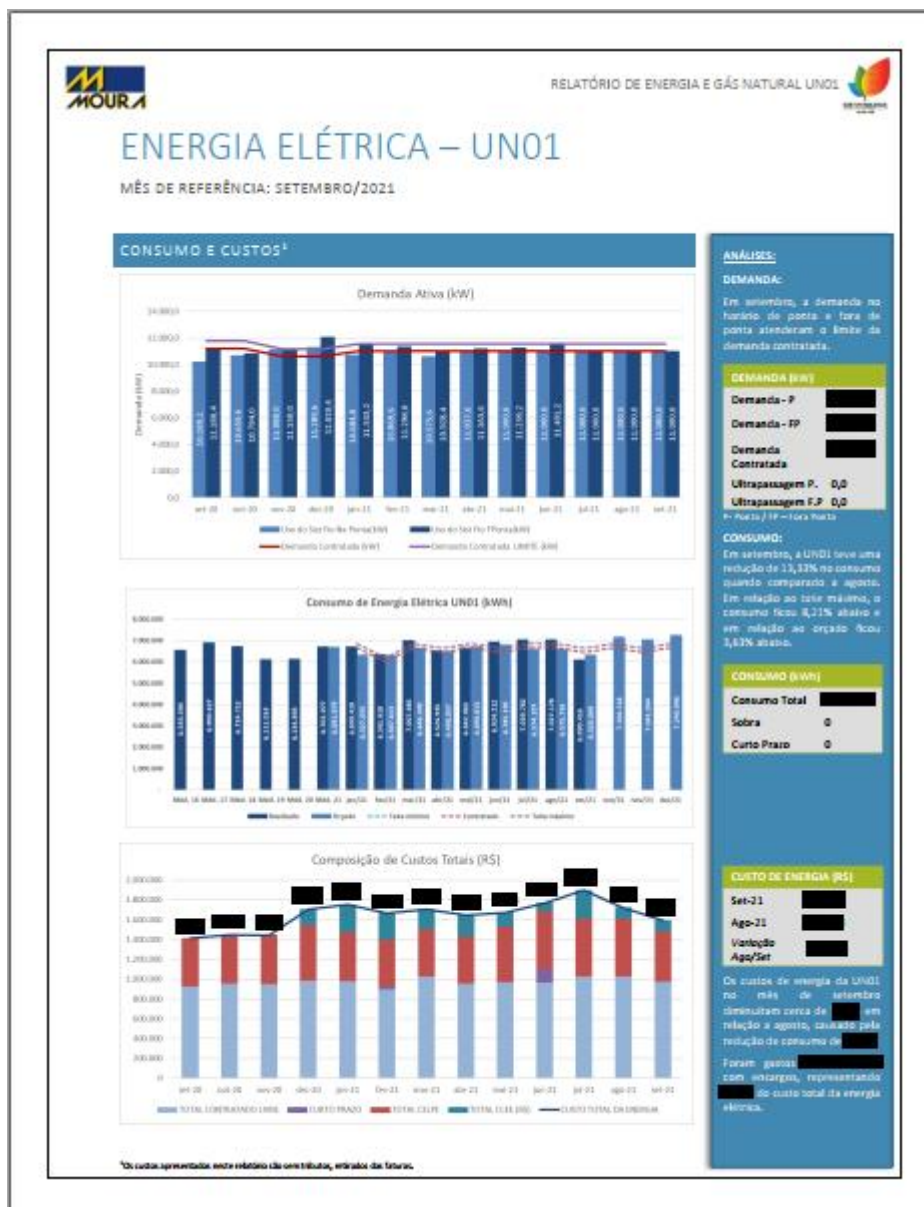
3.3 Elaboração de escopos técnicos

Uma das atribuições do estagiário é a elaboração de escopos técnicos. As declarações de escopo técnico são utilizadas para a contratação de serviços de empresas terceirizadas. Durante o período de estágio, foram elaborados escopos técnicos os seguintes serviços:

- Laudo de SPDA;
- Projetos executivos em geral;
- Serviços de manutenção em disjuntores e cabines de média tensão;
- Estudo de capacidade de ramal de entrada em média tensão e projeto *as built*;
- Elaboração de PIE e de laudo de não conformidades em relação à NR 10;
- Elaboração de ensaios elétricos em EPIs;
- Análises de óleo de transformadores;
- Execução de projetos elétricos em geral;
- Elaboração de projeto executivo de rede de média tensão.

Para todos os serviços, foi necessário que o estagiário adquirisse conhecimentos sobre o detalhamento técnico do serviço, de modo a estabelecer premissas e avaliar se as propostas dos fornecedores atendiam ao escopo desejado.

Figura 6 – Relatório de Insumos Energéticos - formato antigo

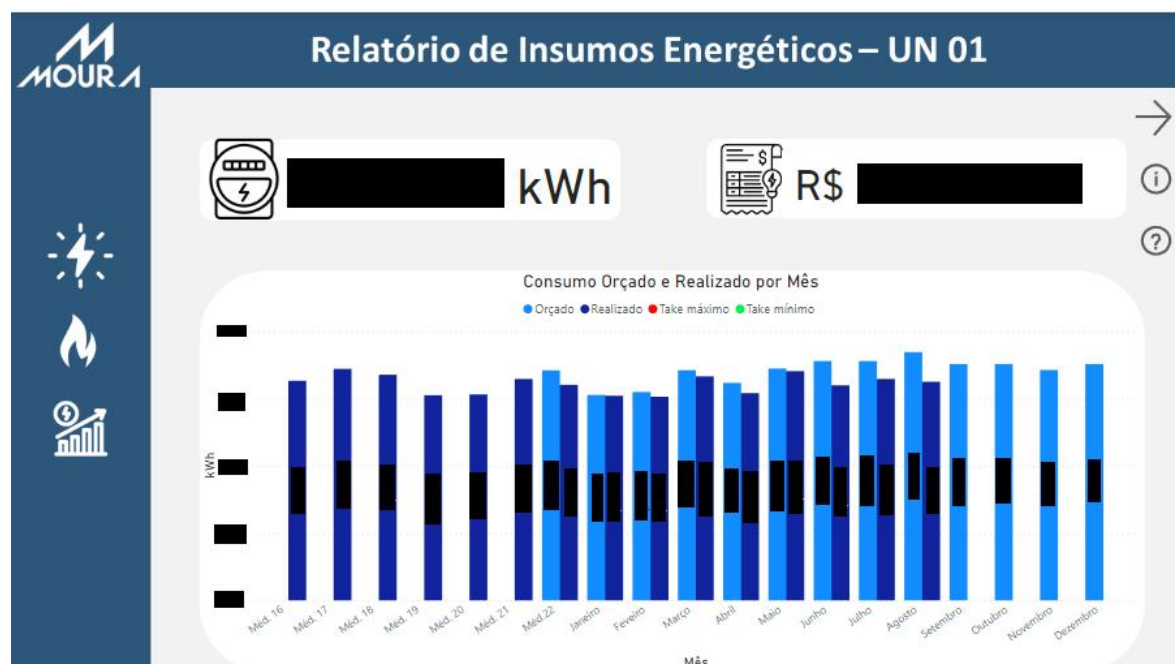


Fonte: Autoria própria

3.4 Projeto e execução de rede elétrica para alimentação de canteiro de obras

Um dos projetos encabeçados pelo estagiário foi a elaboração do projeto elétrico para o fornecimento de energia elétrica em baixa tensão para um canteiro de obras. Como o canteiro de obras encontra-se distante de qualquer rede de distribuição em baixa tensão, foi necessário elaborar o projeto de uma linha elétrica oriunda de uma subestação dentro do terreno correspondente à Unidade 10 (UN10), a Subestação Elétrica 07 (SE07). A Fig. 8 mostra a vista frontal da SE07 e na Fig. 9 é mostrado a planta contemplando a SE07 e as construções de apoio ao canteiro de obras. Conforme ilustrado na Figura, há três

Figura 7 – Relatório de Insumos Energéticos - formato melhorado



trechos distintos a serem considerados: em verde, o trecho subterrâneo; em lilás, o trecho sobre leitos; em vermelho trecho sobre postes.

3.4.1 Projeto elétrico

3.4.1.1 Premissas e considerações

O tipo de carga a ser alimentada por esta linha elétrica é uma carga típica de escritório, sendo majoritariamente composta por iluminação, tomadas e sistemas de condicionamento de ar. Conforme é possível observar na Fig. 9, a distância entre a subestação e o ponto de entrega é considerável, cerca de 290 m em linha reta. Deste modo, para o dimensionamento dos condutores, foi imprescindível considerar, além do cálculo da capacidade de corrente, a queda de tensão no ponto de entrega.

Como referência para os cálculos necessários para dimensionamento dos cabos, empregou-se as recomendações e determinações da norma técnica ABNT NBR 5410:2004. Além disso, foram utilizadas algumas premissas e recomendações encontradas no livro de Instalações Elétricas Industriais, do engenheiro João Mamede Filho. Dentre as recomendações, destacam-se (FILHO, 2017):

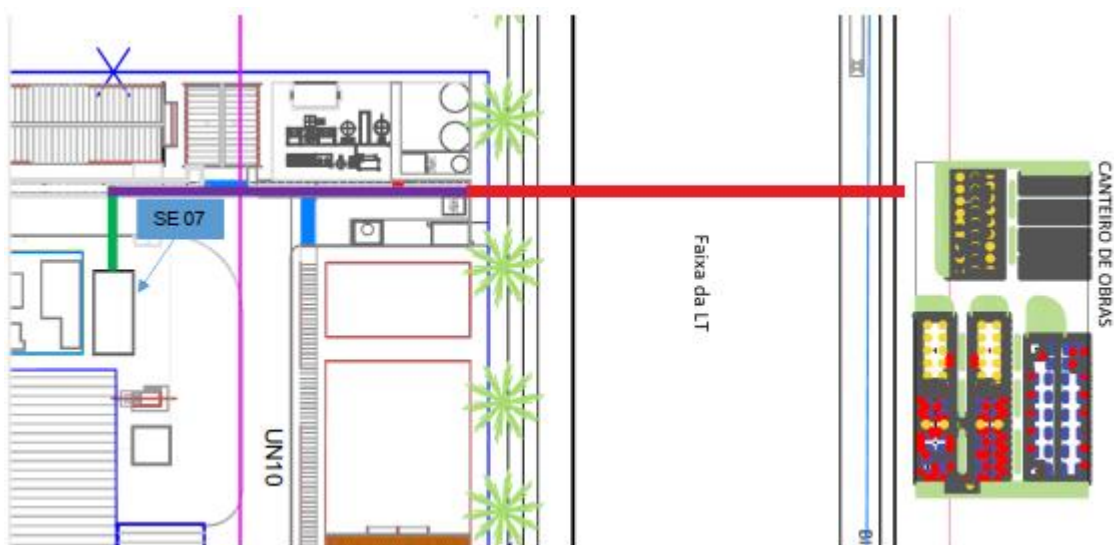
- Para uma instalação do tipo escritório, deve-se utilizar o FD para cargas de iluminação e tomadas de 100% para os primeiros 20 kW e de 70% para o que exceder;
- Para cargas em locais usados como escritório e comércio, cada ponto de tomada deve

Figura 8 – Vista frontal SE 07 - UN10



Fonte: Autoria própria

Figura 9 – Desenho UN10 e canteiro de obras



Fonte: Autoria própria

ter potência de 200 VA.

Como o projeto das edificações e das cargas já foram fornecidos previamente, escolheu-se por utilizar as potências já conhecidas de cada ponto de luz determinado ao

invés de utilizar as recomendações de potência encontradas nas normas técnicas.

Para determinar a potência e a demanda para os circuitos de ares-condicionados, utilizou-se as recomendações da DIS-NOR-030 Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição a Edificações Individuais da Neoenergia Pernambuco (NEOENERGIA, 2022):

- Para ares-condicionados do tipo janela com capacidade de 18.000 BTUs, deve-se adotar potência de 2,6 kW ou 2,86 kVA.
- Para instalações não-residenciais com 21 a 30 aparelhos instalados, deve-se adotar um FD de 82%.

Deste modo, a carga instalada é de cerca de 88 kVA. Entretanto, optou-se por considerar uma carga adicional futura de 20 kVA, para a instalação de cargas diversas no entorno do canteiro de obras. Deste modo, a carga instalada total a ser alimentada com uma linha trifásica é de cerca de 108 kVA. Para fins de cálculo, o FD desta carga adicional foi de 80%.

Outras premissas que foram adotadas dizem respeito ao posteamento a ser construído. O primeiro deles diz respeito ao comprimento dos postes. Visto que foi determinado pelo cliente que os cabos deveriam estar a uma altura mínima de 7 m em relação ao solo, devido a possibilidade de trânsito de máquinas pelo local, fez-se necessário adotar postes de 10 metros de comprimento. Conforme especificado pela norma ABNT NBR 15688:2012, o engastamento mínimo do poste é dado por:

$$e = 0,1 \cdot L + 0,6 \quad (3.3)$$

onde L é o comprimento total do poste. O engastamento mínimo não deve ser inferior a 1,5 m (ABNT, 2012). Assim, considerando que a altura mínima dos cabos é inferior ao seu ponto de fixação no poste, somente postes com altura acima de 10 m conseguem atender forma satisfatória ao requisito de altura mínima. Ademais, optou-se por adotar um vão de 30 m e postes de concreto do tipo duplo T.

Por fim, conforme já mencionado, parte do percurso dos cabos é feito em trecho subterrâneo, enquanto outra parte é feita em trecho aéreo, nos postes. Como escolha de projeto, optou-se por utilizar cabos de cobre unipolares de cobre, com isolamento em XLPE nos trechos subterrâneos enquanto que, no trecho aéreo, serão empregados cabos multiplexados formados por condutores fase de alumínio e condutor neutro de alumínio liga (CAL).

3.4.1.2 Cálculo da seção mínima dos condutores

3.4.1.2.1 Método da capacidade de corrente

O primeiro método para o dimensionamento dos cabos é utilizando a capacidade de condução de corrente corrigida. De acordo com as cargas, chegou-se a uma demanda total de 92 kVA, de modo que, a corrente de demanda para esta instalação é de:

$$I_d = \frac{92 \text{ k}}{\sqrt{3} \cdot 380} \approx 140 \text{ A} \quad (3.4)$$

De acordo com a Tabela 33 da norma ABNT NBR 5410:2004, o trecho subterrâneo é caracterizado como método de instalação 61A e que, para fins de cálculo, é considerado como método de referência D. De acordo com a Tabela 37 da mesma norma, para 3 condutores carregados, tem-se as seguintes capacidades de corrente:

Tabela 3 – Capacidades de corrente - método D com 3 condutores carregados

Seção (mm ²)	Capacidade (A)
50	144
70	178
95	211
120	240

Fonte: ABNT NBR 5410, 2004 - Adaptado

Assim, tem-se que **cabos com seção a partir de 50 mm² atendem a este critério para o trecho subterrâneo.**

Para o trecho aéreo, foi utilizada como referência as características elétricas dos condutores encontradas no Quadro 1 da norma Projeto de Rede de Distribuição Aérea Multiplexada de Baixa Tensão da Neoenergia. A Tab. 4 mostra as características para os cabos multiplexados de alumínio, com

Tabela 4 – Capacidades de corrente - cabos multiplexados de alumínio

Formação (mm ²)	Capacidade (A)	Resistência - R (Ω/m)	Reatância Indutiva - X _l (Ω/m)
3x1x35 + 35	116	1,000	0,103
3x1x70 + 50	181	0,513	0,098
3x1x120 + 70	265	0,293	0,094

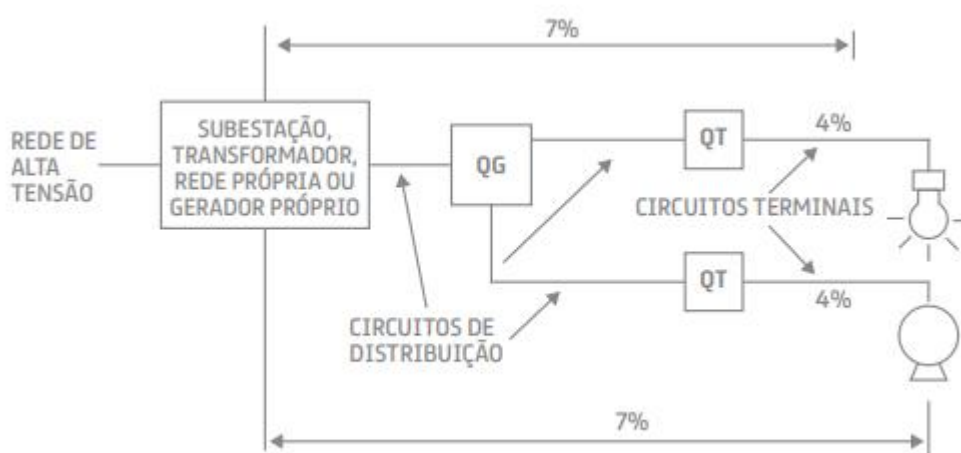
Fonte: Neoenergia, 2019 - Adaptado

Assim, tem-se que **cabos com seção a partir de 70 mm² atendem a este critério para o trecho aéreo.**

3.4.1.2.2 Método da queda de tensão

O segundo método aplicável é o método da queda de tensão. Determinar a queda de tensão máxima no circuito é fundamental, visto que uma queda elevada de tensão pode acarretar no mal funcionamento de equipamentos, além de sobrecorrentes que podem danificar as instalações em função do aquecimento excessivo dos condutores. Segundo norma, a queda de tensão deve ser limitada a 7% a partir dos terminais do transformador MT/BT (ABNT, 2004). A Fig. 10 esquematiza as quedas de tensões máximas determinadas pela norma.

Figura 10 – Limites de queda de tensão



Fonte: Prysmian, 2020

Para que se possa calcular a queda de tensão em cada trecho da linha elétrica, optou-se por escolher como referências para cálculo os coeficientes de queda de tensão fornecidos pela Prysmian para os cabos do tipo Voltenax e Voltelene de cobre, com fator de potência de 0,95 (PRYSMIAN, 2020). A Tab. 5 resume os coeficientes de queda de tensão por metro ($\overline{\Delta V}$) em função da seção dos condutores.

Tabela 5 – Coeficientes de queda de tensão - cabos unipolares de cobre

Seção (mm ²)	Queda de tensão (V/A.km)
50	0,88
70	0,63
95	0,47
120	0,38

Fonte: Prysmian, 2020 - Adaptado

A queda de tensão percentual é dada por:

$$\Delta V_{\%} = \frac{I_{proj} \cdot l \cdot \overline{\Delta V}}{V_{LL}} \quad (3.5)$$

Considerando que a corrente de projeto considera toda a carga instalada, temos que $I_{proj} = 163,7A$. A distância (l) percorrida desde a SE07 até o ponto de conexão com os cabos de alumínio é de cerca de 120 m. Assim, a Tab. 6 expõe as quedas estimadas para o trecho.

Tabela 6 – Queda de tensão percentual - cabos unipolares de cobre

Seção (mm ²)	Queda de tensão (%)
50	4,5
70	3,3
95	2,4
120	2,0

Fonte: Autoria própria

Já para dimensionar a queda de tensão no trecho aéreo, pode-se utilizar os parâmetros fornecidos pela Tab. 4. O cálculo da queda de tensão é dado por:

$$\Delta V_{\%} = \frac{\sqrt{3}(R \cdot \cos(\phi) + X_l \cdot \sin(\phi))I_{proj} \cdot l}{V_{LL}} \quad (3.6)$$

Como a distância (l) entre o ponto de conexão com os cabos de cobre e o ponto de entrega é de cerca de 150 m, tem-se a:

Tabela 7 – Queda de tensão percentual - cabos multiplexados de alumínio

Seção (mm ²)	Queda de tensão (%)
3x1x70 + 50	5,8
3x1x120 + 70	3,4

Fonte: Autoria própria

Deste modo, é possível concluir que, para garantir que a queda de tensão seja menor que 7%, é necessário que **o cabo multiplexado de alumínio do trecho aéreo tenha seção mínima de 120 mm²**. Considerando a queda de tensão de 3,4% no cabo de alumínio, os cabos de 70, 95 e 120 mm² atendem ao critério de queda tensão. Entretanto, devido a possibilidade de serem instaladas cargas em pontos distantes do ponto de entrega, optou-se por utilizar no **trecho subterrâneo os cabos de cobre de seção de 120 mm²**.

Ao fim do projeto, foi gerado um escopo técnico para a contratação do serviço de execução do projeto, baseando-se nas premissas já citadas e nos dimensionamentos realizados ao longo do projeto. Além disto, informações como o esforço mecânico que os cabos causariam nos postes foram informados a empresa a ser contratada, de modo que esta apresentasse em sua proposta o conjunto de postes que atendessem a este requisito. De acordo com a norma da Neoenergia já citada, estimou-se que a carga mecânica seria de 300 daN.

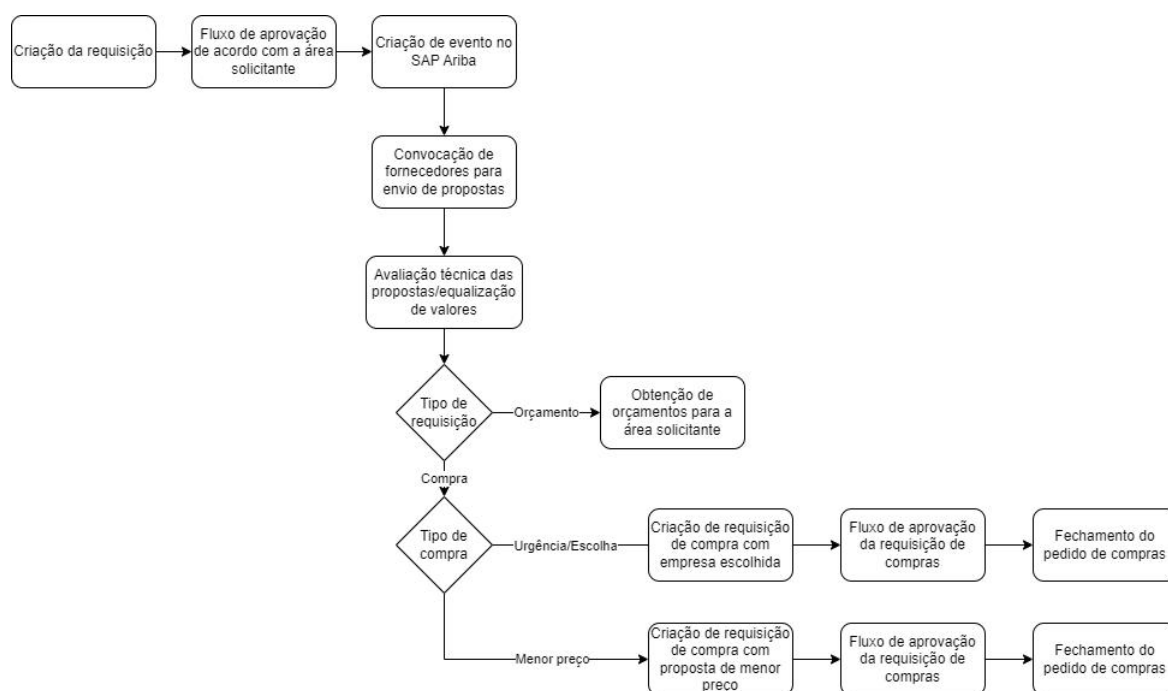
3.4.2 Execução do projeto elétrico

3.4.2.1 Processo de compras e preparação para a obra

Com o projeto elaborado e o escopo técnico em mãos, iniciou-se o processo de cotação de preço do serviço via plataforma SAP Ariba. Nesta plataforma, os clientes podem estabelecer conexões confiáveis com fornecedores, garantindo transações eficientes e livres de erros; fornecedores podem estabelecer contato com clientes rentáveis e expandir parcerias existentes, simplificando todo o ciclo de vendas e compradores podem gerenciar todo o processo de compras enquanto controlam os gastos associados (ARIBA, 2022).

Em cada processo de compra/aquisição ou cotação de preço, é gerado um evento na plataforma Ariba, no qual fornecedores podem ser contactados e assim enviar suas propostas técnicas e comerciais. De acordo com o protocolo interno do Grupo Moura, são necessárias três propostas com valores equalizados e aprovadas tecnicamente pela área solicitante para considerar o processo de compras concluído. A Fig. 11 mostra de maneira simplificada o processo de compras no Grupo Moura, da criação da requisição até o fechamento do pedido.

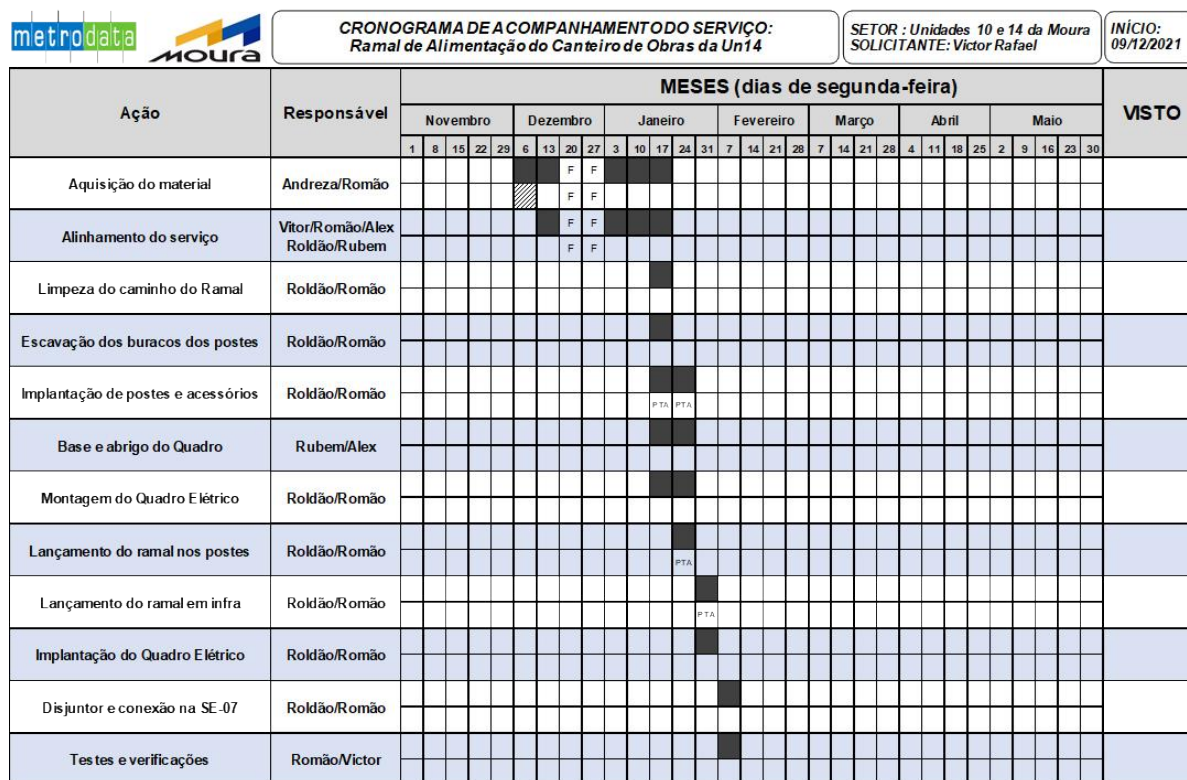
Figura 11 – Diagrama do processo de compras



Fonte: Autoria própria

Após o fechamento do pedido de compra e do contrato de fornecimento, foi-se iniciada a execução do projeto elétrico elaborado. Como primeira etapa, foi feita uma reunião de *kick-off* do serviço, na qual a empresa contratada expôs seu cronograma, conforme apresentado na Fig.12.

Figura 12 – Cronograma da obra - rede elétrica do canteiro de obras



Fonte: Autoria própria

Baseado no cronograma da Fig. 12 e alinhamento do serviço, iniciou-se uma série de atividades de preparação para a execução da obra, tais como: aluguel de caminhão Munck; garantir liberação da área onde a obra será executada; alinhamento com a equipe da SIMA para garantir o andamento do serviço e avaliação diária das condições de segurança e, o tema mais crítico, alinhar a parada da SE 07 para realização da conexão dos cabos no barramento geral da subestação e instalação do disjuntor. Como nesta subestação encontram-se os circuitos de baixa tensão que alimentam os compressores que fornecem ar comprimido para toda fábrica, a parada da SE 07 implica na necessidade de parar a unidade fabril como um todo.

3.4.2.2 Obra elétrica

Após a chegada dos materiais, deu-se início a fase de limpeza da vegetação, escavações e implantação dos postes até o ponto de entrega, conforme o cronograma. Nesta etapa, foi realizada a abertura de Permissão de Trabalho (PT) de serviços gerais junto com a técnica de segurança responsável, de modo a avaliar os riscos associados as atividades realizadas. Nas avaliações feitas diariamente pela SIMA, são verificados o estado de conservação dos equipamentos de segurança, bem como os procedimentos de trabalho que serão adotados. A Fig. 13 mostra os registros associados a etapa de limpeza e implantação dos postes.



(a) Área limpa para passagem da rede



(b) Postes implantados

Figura 13 – Etapa de limpeza de vegetação e implantação dos postes

Posteriormente, iniciou-se a etapa de instalação dos acessórios nos postes, tais como isoladores, parafusos, alças preformadas e conectores de amarração, além da passagem dos cabos multiplexados até o ponto de entrega no último poste. Nesta etapa, foi necessário a avaliação junto com a equipe da SIMA a avaliação das condições do trabalho em altura para a abertura da PT para trabalho em altura, além da PT para serviços gerais. A Fig. 14 mostra os detalhes da atividade realizada.



(a) Passagem dos cabos aéreos



(b) Detalhes da passagem dos cabos

Figura 14 – Etapa da passagem dos cabos nos postes

Após a passagem dos cabos nos postes, parte da equipe de eletricitistas realizou a passagem dos cabos unipolares de cobre sobre a infraestrutura de *pipe racks* da estrutura da UN10 e a conexão entre os cabos de cobre e os cabos de alumínio por meio de conector bimetalico. Enquanto isto, os demais eletricitistas, juntamente com a equipe de construção civil construíram o abrigo para o quadro e instalaram-o. Concluída esta etapa e chegado o dia do desligamento da subestação, a equipe de eletricitistas da empresa contratada, sob supervisão da equipe de Manutenção da UN10, Insumos Energéticos e SIMA, realizaram a passagem dos cabos unipolares de cobre, nos eletrodutos subterrâneos, a instalação do disjuntor no QGBT da SE07 e a conexão do mesmo com o barramento geral e com os cabos unipolares, interligando eletricamente todo o circuito. Após o fim do desligamento, testes elétricos foram realizados para garantir a integridade do circuito, bem como sua funcionalidade. Estas atividades podem ser vistas na Fig. 15, enquanto que a Fig. 16 mostra a obra executada junto ao canteiro de obras construído.



(a) Quadro elétrico instalado (b) Passagem dos cabos (c) Instalação do disjuntor

Figura 15 – Etapa de conexão do circuito com a SE07

3.5 Execução de projeto luminotécnico

Outro projeto gerido pelo estagiário foi a obra de adequação da iluminação do galpão do Almoxarifado de matéria-prima da UN01. Devido as instalações elétricas serem antigas, utilizavam lâmpadas de vapor metálico, que são bastante ineficientes. Além disso, visitas na área mostraram que algumas lâmpadas estavam queimadas e já foram relatados alguns problemas nas instalações elétricas do galpão. Um levantamento luminotécnico no local mostrou que os níveis de iluminância estavam fora do mínimo exigido por norma. De acordo com a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, a iluminância média mínima é de 300 lux para áreas de Expedição (ABNT, 2013). A Fig. 17 mostra como estava o grau de iluminação da área. Conforme apresentado na Fig. 18, a iluminância média do galpão é de 72 lux, bem abaixo do mínimo normativo.

Figura 16 – Obra executada - rede elétrica do canteiro de obras



Fonte: Autoria própria

Devido a esta situação de baixa iluminância, uma empresa especializada em projetos elétricos e luminotécnicos foi contratada para elaborar o projeto luminotécnico e executivo do galpão, de modo a melhorar os níveis de iluminância e garantir que esta atenda ao limite mínimo disposto em norma. Foi estabelecido como premissa para este projeto que as luminárias escolhidas deveriam usar obrigatoriamente lâmpadas de LED, além de que se deveria-se trocar toda a fiação de acordo com a nova disposição e potência dos pontos de iluminação. A Fig. 19 mostra o projeto luminotécnico apresentado pela empresa em seu relatório, bem como o projeto elétrico entregue. A etapa de elaboração do projeto não foi coordenada pelo estagiário, visto que foi elaborado antes do início do seu período de estágio.

Com o projeto executivo concluído, seguiu-se para a cotação do preço do serviço e posterior solicitação do investimento ao Comitê de Investimentos da empresa. Após a liberação da verba, o serviço foi contratado juntamente com uma empresa especializada. Além disso, foram responsabilidades do estagiário:

Figura 17 – Almoxarifado de matéria-prima - antes da obra



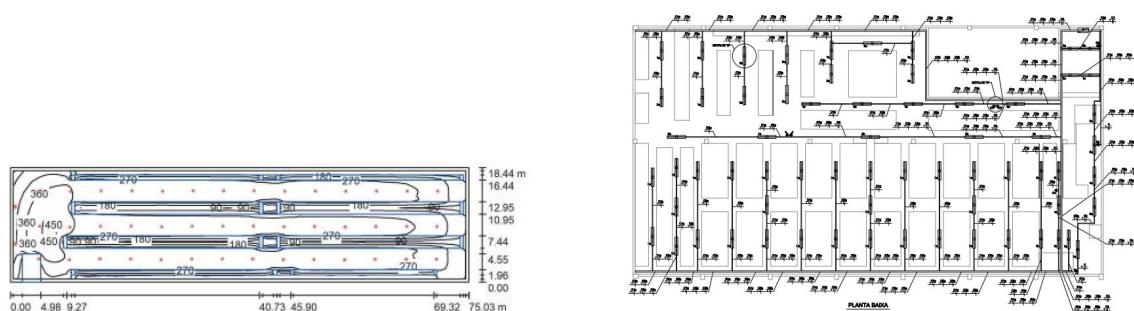
Fonte: Autoria própria

Figura 18 – Relatório luminotécnico: Almoxarifado de matéria-prima - antes da obra

RELATÓRIO LUMINOTÉCNICO									
	44		41		33				
	62		55		22				
	55		67		30,1				
	80		77		45				
	77		225		168				

Fonte: Autoria própria

- Avaliar com todas as partes envolvidas como o serviço deveria ser realizado (liberação de áreas para execução, dias de serviço, avaliação de riscos à segurança, etc.);
- Realizar a compra das luminárias conforme projeto;
- Contratar uma Plataforma de Trabalho em Altura (PTA) e garantir que ela chegasse de acordo com o cronograma de execução do serviço;



(a) Projeto luminotécnico do galpão (b) Projeto elétrico de iluminação do galpão

Figura 19 – Projeto executivo de melhoria da iluminação no galpão

- Acompanhar a obra, de modo a tirar dúvidas da equipe que executou o serviço, bem como para avaliar o andamento das atividades e verificar se o seu *status* está dentro do cronograma estabelecido, etc.

Com a conclusão da obra, foi realizado um novo levantamento luminotécnico pelo estagiário. Conforme mostrado na Fig. 20, pode ser observado que o nível de iluminância em todos os pontos aumentou consideravelmente, registrando uma iluminância média de 572 lux. O resultado após a obra pode ser visto na Fig. 21.

Figura 20 – Relatório luminotécnico: Almojarifado de matéria-prima - após a obra

ILUMINÂNCIAS DURINAS					
596		536		604	
579		580		456	
622		593		511	
554		520		525	
618		798		500	

Fonte: Autoria própria

3.6 Construção de rede elétrica de média tensão

O último projeto liderado pelo estagiário foi a gestão do projeto executivo para construção de uma rede elétrica de média tensão para fornecimento de energia elétrica em média tensão para uma unidade fabril, a nova metalúrgica - UN14.

Figura 21 – Almostrarifado de matéria-prima - após a obra



Fonte: Autoria própria

3.6.1 A UN14

A UN04 iniciou suas operações em 1966, sendo a metalúrgica que produz os lingotes de chumbo que são fundamentais para a fabricação das baterias de chumbo-ácido fabricadas nas outras unidades fabris. Com uma área total superior a 30 mil m², a UN04 tem papel fundamental na cadeia de logística reversa de baterias já mencionada, pois é nela que as baterias inservíveis são trituradas, separando e dando a correta destinação para o plástico, a solução ácida e o chumbo, sendo este último reprocessado para formar novos lingotes de chumbo.

Com o aumento considerável da demanda de produção que ocorreu nas últimas décadas, não há mais espaço físico na UN04 para permitir uma expansão. Além disso, como a metalúrgica foi construída inicialmente na década de 1960, apesar das modernizações feitas, boa parte da infraestrutura é antiga. A partir desta necessidade de crescimento de capacidade produtiva surge o projeto para a construção de uma nova metalúrgica da Acumuladores Moura, a UN14. O projeto nasce com uma proposta de dobrar a capacidade de processamento de baterias inservíveis e produção de chumbo, contando com as melhores práticas ambientais, de logística e de eficiência energética. A UN14 está sendo projetada para utilizar o que há de mais avançado em relação à tecnologia de metalurgia de chumbo no mundo, além de empregar soluções modernas no que diz respeito a mitigação de

particulado de chumbo na atmosfera, e na implantação de tecnologias da indústria 4.0. A Fig. 22 mostra a planta baixa da unidade fabril e o terreno após a terraplanagem para construção.

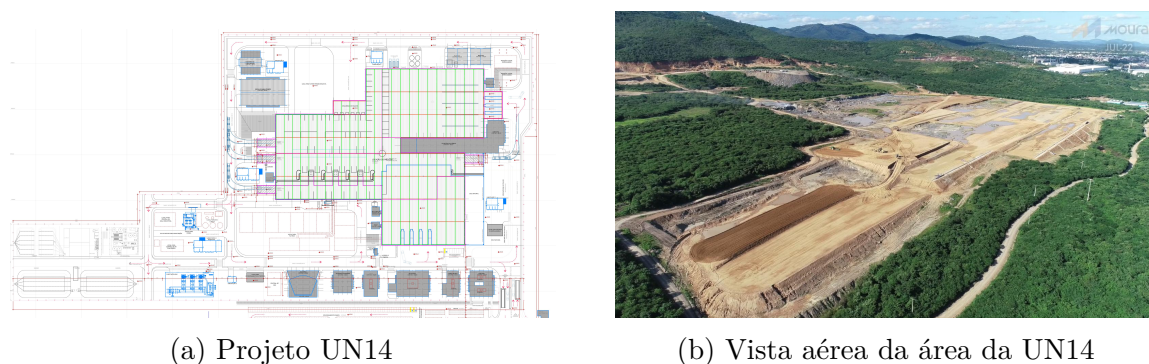


Figura 22 – Nova metalúrgica - UN14

3.6.2 Etapa de elaboração de projeto

3.6.2.1 Premissas e escolhas de projeto

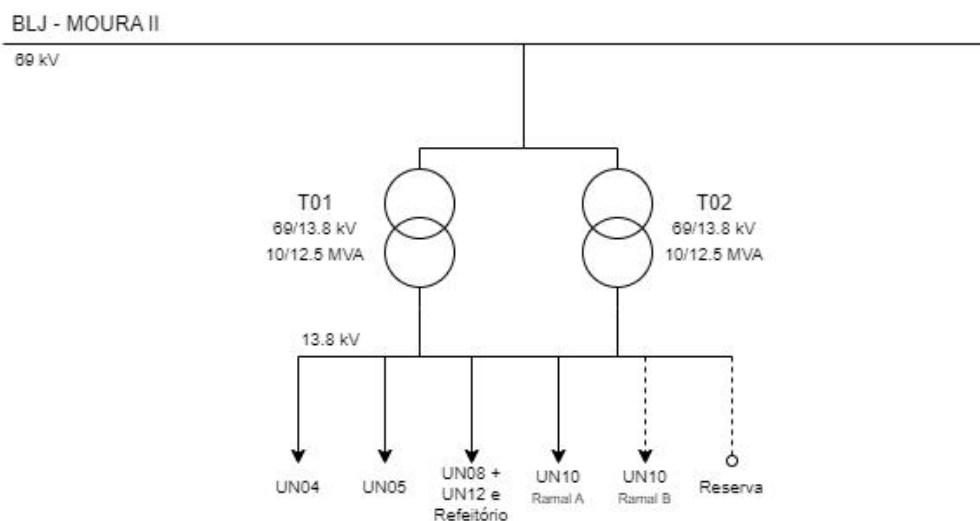
Com o projeto da nova metalúrgica em curso, foi avaliada a necessidade de adequações na infraestrutura do complexo fabril para atender as necessidades da nova unidade. Sendo assim, questões como construção de vias de acesso, logística e insumos em geral foram levantadas, incluindo energia elétrica. Deste modo, esta demanda foi solicitada à equipe de Insumos Energéticos.

A partir disto, foram discutidas internamente as possibilidades de atender ao novo cliente interno, a UN14. Conforme mostrado na Fig. 23, existem seis cubículos de média tensão na SE MOURA II, que é a subestação 69/13.8 kV que atende ao Complexo Industrial Serra do Gavião. Destes, cinco já estão em uso, sendo um destinado a ser um *backup* caso algum defeito ocorra nos demais. Por este motivo, o uso do cubículo reserva não foi visto como a melhor opção.

A outra opção levantada foi a do uso do segundo cubículo da UN10. Inicialmente a UN10 foi projetada para ter uma capacidade produtiva bastante acima do que patamar de produção atual, visto que ela foi planejada para crescer gradativamente, de acordo com o crescimento da demanda por baterias. Contudo, toda a infraestrutura da rede elétrica foi projetada e construída com base na demanda por potência da fábrica em sua capacidade total. Assim, somente o ramal A de alimentação encontra-se em uso e o ramal B poderia ser utilizado para uso da UN14. Esta opção era a mais adequada, pois, além de garantir a permanência de um cubículo de média reserva, poderia-se aproveitar parte da rede já construída e assim reduzir o investimento necessário.

As duas redes elétricas são aéreas do tipo rede compacta, compostas por cabos de alumínio de seção nominal de 185 mm² e isolamento em XLPE, compartilhando os mesmos

Figura 23 – Diagrama elétrico simplificado - SE MOURA II



Fonte: Autoria própria

postes por cerca de 300 metros, conforme mostrado na Fig. 24. No poste de descida, as redes aéreas chegam até um dos terminais das chaves seccionadoras do tipo faca. No outro terminal, as redes passam a ser compostas por cabos de cobre de seção nominal de 240 mm², com isolamento em EPR, seguindo o método de instalação descem e seguem em no padrão de instalação do tipo condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta encaixada no solo. A rede segue por cerca de 150 metros até a subestação de despacho de cargas. É possível ainda observar que o ramal A (rede mais baixa) segue até a UN10 enquanto que o ramal B (rede mais alta) termina na chave seccionadora, pois não está sendo utilizado.

A partir das configurações da rede, juntamente com o projeto executivo, foi contratado um estudo de capacidade da rede elétrica de média tensão, considerando os trechos aéreo e subterrâneo, de modo a verificar qual é o limite de corrente que cada rede suporta. Após o parecer da empresa contratada, verificou-se que a capacidade da rede aérea é cerca de 590 A, enquanto que o trecho subterrâneo tem corrente máxima limitada a cerca de 370 A. A partir destes dados, foi observado que, na configuração atual e com a projeção de crescimento mais agressiva, a rede chegaria ao esgotamento em meados de 2025. Contudo, com uma pequena alteração e a conexão das duas redes subterrâneas ao ramal aéreo A, a capacidade de corrente seria agora limitada pelo trecho aéreo e a previsão de esgotamento seria em 2028. Este prazo é suficientemente longo, visto que, atualmente, já está em curso o projeto de mais uma subestação de 69 kV, localizada nas imediações da UN14 e destinada a atender a novos empreendimentos do complexo industrial.

Assim, após a escolha de que a opção mais viável seria o prolongamento da segunda rede de média tensão da UN10, foram definidas as seguintes premissas do projeto:



(a) Saída da rede elétrica da MOURA II - UN10 (b) Detalhe do poste de descida da rede

Figura 24 – Rede compacta de distribuição - UN10

- O prolongamento da rede elétrica a ser construída deve seguir o mesmo padrão construtivo da rede existente, isto é, rede aérea compacta, com cabos de alumínio de 185 mm^2 e isolamento em XLPE.
- O projeto deve considerar com especial atenção as plantas topográficas e ao projeto de terraplanagem, visto que o terreno é bastante acidentado.
- O projeto deve buscar margear o projeto do binário norte. Deve-se atentar para possíveis interferências com terraplanagem associada a futura construção da via, além de possíveis interferências com projeto do gasoduto e da rede de água.
- O traçado da linha deve buscar minimizar o comprimento total da rede, de modo a minimizar o investimento.
- O vão máximo deve ser de 40 metros, com exceção de impossibilidades técnicas.
- A rede deve conter um ponto para futura derivação para atender a uma outra unidade consumidora.

Dentre as construções que interferem diretamente no traçado da rede, destacam-se o canteiro de obras e o cruzamento com uma rede rural de média tensão da Neoenergia. Ambas as estruturas são mostradas na Fig. 25 e foram desviadas adequadamente no projeto.



(a) Edificações do canteiro de obras



(b) Postes da rede rural Neoenergia

Figura 25 – Estruturas que interferem no traçado da rede

3.6.2.2 Projeto executivo

Baseado nas premissas já citadas, o projeto executivo foi contratado seguindo todo o processo já citado em 3.4.2.1. Ao longo da elaboração do projeto executivo, o estagiário atuou como gestor do projeto da Moura, atuando nas seguintes atividades:

- Levantar os requisitos de projeto junto com os clientes internos, ou seja, com a equipe responsável pelo projeto da UN14;
- Levantar todas as informações necessárias para a elaboração do projeto, tais como projeto de vias de acesso, projeto de terraplanagem, levantamento topográfico da área, etc;
- Coordenar reuniões para compatibilizar o projeto executivo da rede elétrica com os demais projetos que estavam em curso;
- Mapear todas as possíveis interferências, inclusive verificando *in loco*, além de atuar para mitigar e corrigir eventuais erros de projeto;
- Avaliar tecnicamente o projeto executivo a partir dos requisitos enviados pelos clientes e do conhecimento técnico do estagiário;
- Acompanhar o fluxo de pagamento junto a empresa contratada.

Por meio destas atividades, o projeto executivo foi realizado, sendo entregue a Acumuladores Moura os seguintes documentos: planta baixa com localização dos postes e detalhes de instalação, detalhes do projeto de fundação, lista de materiais e memorial

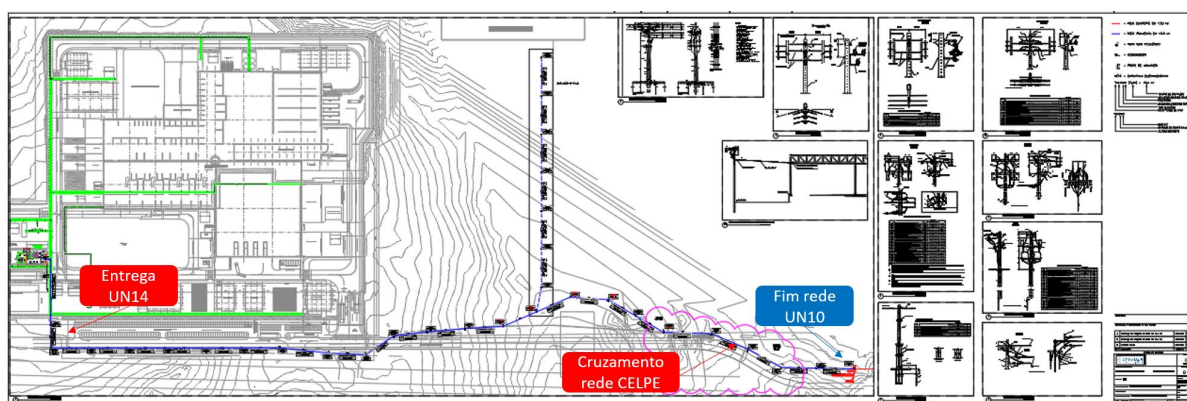
de cálculo, além do estudo de capacidade máxima de corrente já mencionado. A Fig. 26 mostra uma imagem de satélite destacando a localização da subestação 69/13.8 kV MOURA II, a localização do último poste existente da rede da UN10 e o ponto de entrega na área da UN14. A Fig. 27, por outro lado, traz a planta baixa da rede elétrica com detalhes de instalação das estruturas, que conta com 23 novos postes.

Figura 26 – Imagem de satélite onde a rede será construída



Fonte: Autoria própria

Figura 27 – Planta baixa com detalhes da rede elétrica



Fonte: Autoria própria

Devido a criticidade e importância do projeto para o atendimento energético de uma nova unidade fabril, foi fundamental que o estagiário adquirisse conhecimentos na área de gestão de projetos, de modo a dar um arcabouço metodológico ao andamento das

atividades. Neste sentido, o estagiário buscou capacitar-se realizando cursos de gestão de projetos fornecidos pelo Grupo Moura por meio de sua plataforma institucional de cursos e desenvolvimento, além de cursos externos fornecidos por empresas renomadas como o Google. Ademais, para realizar a avaliação técnica do projeto, o estagiário aprofundasse seus conhecimentos em projetos de redes compactas de distribuição. Assim, a norma DIS-NOR-013 Projeto de Rede de Distribuição Aérea Compacta foi extensivamente estudada e usada como referência para avaliar o projeto. Ao longo do percurso da rede, foram utilizados os seguintes tipos de estruturas ([NEOENERGIA, 2021](#)):

- CE1A - Utilizada em tangente e em ângulo máximo de deflexão de 6º utilizando o braço antibalanco.
- CE4 - Utilizada para amarração de rede com duplo encabeçamento. Recomendada em ângulos compreendidos entre 60º e 90º e/ou quando houver necessidade de ancoragem da rede.
- CE2 - Utilizada em ângulos compreendidos entre 6º e 60º.
- CE3-CE3 - Utilizada para ângulos de 60º a 120º com duplo encabeçamento.
- CE2.3 - Derivação aérea com estruturas montadas no mesmo nível e no mesmo lado.
- N3.CE3 SUI - Transição da estrutura N3 da rede convencional para rede compacta com instalação de seccionadores unipolares de montagem inclinada.
- CE3-I SUI - Transição da estrutura da rede isolada para rede compacta com instalação de seccionadores unipolares de montagem inclinada.

3.7 Etapa de construção

Por fim, com o projeto executivo concluído, o estagiário prospectou empresas que tinham expertise na execução deste tipo de projeto. Durante o processo de busca por potenciais fornecedores, foram avaliadas obras já construídas no que diz respeito a complexidade e semelhança com o projeto da rede da UN14, bem como o porte dos clientes. A partir da lista de fornecedores aptos, foram obtidos três orçamentos, conforme protocolo de compras e, a partir da proposta de menor custo, a verba para investimento foi solicitada. Após a liberação da verba, o processo de compra já mencionado em [3.4.2.1](#) foi realizado.

No contrato com o fornecedor, foi estabelecido que, além da prestação de serviços, ele deveria adquirir todos os materiais para obra. A exceção foram alguns itens como postes, os cabos de alumínio e alguns acessórios, visto que realizar a compra via faturamento direto evitaria bitributação.

A primeira atividade realizada foi o estabelecimento do trecho a ser desmatado. Conforme mostrado na Fig. 25 e Fig. 26, é possível observar que há bastante vegetação em alguns trechos. Sendo assim, com auxílio do topógrafo contratado pela empresa que construirá a rede e de maquinário utilizado na obra, foram abertas faixas para a implantação dos postes. Após a abertura da vegetação, o topógrafo locou todos os postes *in loco*, conforme o projeto. A Fig. 28 mostra a supressão de vegetação e a localização do último poste da rede.



(a) Abertura de faixa de vegetação

(b) Poste do ponto de entrega locado *in loco*

Figura 28 – Detalhes para locação dos postes

A última atividade realizada pelo estagiário ao longo deste projeto foi o recebimento dos materiais da obra comprados via faturamento direto. Neste caso, foi de responsabilidade avaliar se a qualidade e quantidade atende ao que foi solicitado, além de acompanhar todo o processo de descarregar a carreta de transporte, Fig. 29. Ao fim do estágio, o projeto estava em vias de entrar na fase de escavação para implantação dos postes.



Figura 29 – Descarrego dos postes para obra

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram detalhadas as atividades realizadas durante o estágio obrigatório vinculado à disciplina de Estágio Integrado. As atividades desenvolvidas estão relacionadas principalmente, às áreas de Instalações Elétricas e Gerenciamento de energia, com foco na área de projetos elétricos, segurança em eletricidade, manutenção elétrica, além de gestão de custos e consumo de energia elétrica.

Os conhecimentos adquiridos nestes temas ao longo da graduação foram fundamentais para o bom andamento das atividades no contexto do estágio, além de facilitar o desenvolvimento adequado do aluno ao longo do período de estágio. Alguns dos temas fazem parte da ementa de disciplinas que compõem a grade curricular do curso de Engenharia Elétrica, tais como Instalações Elétricas e Sistemas Elétricos.

A experiência se mostrou enriquecedora para o aluno, tanto no aspecto profissional quanto no pessoal. O estágio possibilitou o contato com diversos métodos de gestão de insumos energéticos, técnicas para elaboração de orçamento, projetos de eficiência energética, ferramentas de gerenciamento de projetos e todo conjunto de requisitos para atender ao que a NR10 exige. Por fim, o aprendizado adquirido durante o estágio em uma empresa de grande porte permitiu a ampliação da formação obtida na Universidade, podendo entender de maneira ampla como funciona toda cadeia de produção de baterias, desde a reciclagem até o processo de acabamento e carregamento. Ademais, o estágio foi fundamental para o desenvolvimento de habilidades comportamentais e para o maior entendimento do funcionamento de processos internos comuns em empresas.

Referências

ABNT. *ABNT NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão*. 2004. Citado na página 26.

ABNT. *ABNT NBR 15688 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus*. 2012. Citado na página 24.

ABNT. *ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 - Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior*. 2013. Citado na página 31.

ARIBA. *SAP Ariba - Sobre a SAP Ariba: quem somos, o que oferecemos e quem atendemos*. 2022. <<https://www.ariba.com/pt-br/about>>. Acessado em: 02/10/2022. Citado na página 28.

COPERGAS. *Gás Natural - Copergás*. 2022. <<https://novo.copergas.com.br/gas-natural/>>. Acessado em: 30/11/2022. Citado na página 19.

FILHO, J. M. *Instalações elétricas industriais: de acordo com a norma brasileira NBR 5419:2015*. Rio de Janeiro: LTC, 2017. Citado na página 22.

MICROSOFT. *Microsoft Planner - Gerenciamento de tarefas para equipes*. 2021. <<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/business/task-management-software>>. Acessado em: 05/10/2022. Citado na página 17.

MOURA. *Moura Baterias: Conheça mais sobre nós*. 2021. <<https://www.moura.com.br/sobre-nos/>>. Acessado em: 20/11/2021. Citado na página 11.

MTE. *NR 10 - Segurança em Instalações Elétricas e Serviços em Eletricidade*. 2019. <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>>. Acessado em: 19/11/2021. Citado na página 16.

NEOENERGIA. *Projeto de Rede de Distribuição Aérea Compacta*. 2021. <<https://servicos.neoenergiapernambuco.com.br/residencial-rural/Pages/Informa%C3%A7%C3%B5es/normas-e-padres.aspx>>. Acessado em: 07/11/2021. Citado na página 41.

NEOENERGIA. *Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição a Edificações Individuais*. 2022. <<https://www.neoenergiaelektro.com.br/Media/Default/normas-tecnicas/DIS-NOR-030%20-%20REV%2001%20-%20Fornecimento%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%20em%20Tens%C3%A3o%20Secund%C3%A1ria%20de%20Distribui%C3%A7%C3%A3o%20a%20Edifica%C3%A7%C3%B5es%20Individuais.pdf>>. Acessado em: 19/11/2021. Citado na página 24.

PRYSMIAN. *Guia de dimensionamento de cabos para baixa tensão*. 2020. <https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Guia_de_Dimensionamento-Baixa_Tensao_Rev9.pdf>. Acessado em: 19/11/2021. Citado na página 26.

SALES, P. *Baterias moura: a saga de uma empresa pernambucana*. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. Citado na página 11.

WIKIPEDIA. *Kilowatt-hour*. 2022. <<https://en.wikipedia.org/wiki/Kilowatt-hour>>. Acessado em: 30/11/2022. Citado na página 19.