

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

YASMIN EMILY DE SOUZA OLIVEIRA



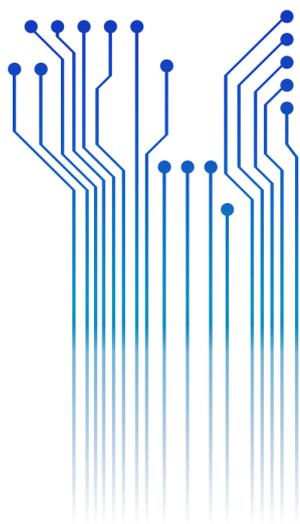
Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

CONSORCIO DE ALUMINIO DO MARANHÃO
ALUMAR



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2019

YASMIN EMILY DE SOUZA OLIVEIRA

CONSORCIO DE ALUMINIO DO MARANHAO - ALUMAR

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

Área de Concentração: Automação Industrial

Professor George Rossany Soares de Lira, D.Sc.

Orientador

Campina Grande
2019

YASMIN EMILY DE SOUZA OLIVEIRA

CONSORCIO DE ALUMINIO DO MARANHAO - ALUMAR

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

Área de Concentração: Automação Industrial

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

Dedico este trabalho à minha amada “vovó”
Salette (*in memoriam*) que tanto me incentivou a
realizar esse sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ser a força que me sustenta e nunca ter me deixado sozinha.

Aos meus pais, Egídio e Eleneide, por todo o suporte, incentivo e por ter sido a minha referência como pessoa.

As minhas irmãs, ao meu namorado, à tia Zenaide, pelo incentivo e suporte nessa trajetória.

Gostaria de agradecer aos meus amigos de universidade e da vida. Em especial à Lily, Hebert, João Victor, Dani, Wendell, Telmo, Carolina e Mateus pela companhia e apoio nas noites viradas de estudo.

Ao meu orientador, o professor George Rossany, pela paciência, pelo conhecimento compartilhado, pela oportunidade de trabalharmos juntos e por ter contribuído para eu ser uma profissional melhor.

Aos meus gestores, Eng. Guillermo Bracco Yanca e Eng. Fernanda Lima, por terem acreditado em mim, pelos ensinamentos e pelas experiências compartilhadas. Obrigada pela oportunidade de fazer parte do time de Automação.

Aos colegas de trabalho, que me deram uma aula todos os dias sobre Engenharia Elétrica, Eng. André Lobato, Eng. Alyston Nascimento, Eng. Álvaro Pires vocês foram fundamentais para a minha formação como engenheira e para o desenvolvimento desse trabalho. Obrigada por terem me acolhido tão bem e estarem sempre dispostos a me orientar e incentivar nas minhas atividades.

Agradeço aos colaboradores da Alumar e contratadas, como Fernando Jordão, Cleumar, Mayko, Ricardinho, Seu Osmar, Seu Alva Edison, pelas risadas, pelos cafés e pelos ensinamentos. Aos meus amigos de estágio, em especial à Bruna, Ivan, Kely, Lariza, Evelyn e Karine, pela parceria e amizade durante esse ano.

Por fim, agradeço aos demais professores e funcionários do DEE por contribuírem na minha formação de forma direta e indireta.

*“Construí amigos,
Enfrentei derrotas,
Venci obstáculos,
bati na porta da vida e disse-lhe:
Não tenho medo de vivê-la!”*

Augusto Cury.

RESUMO

Este relatório aborda as atividades desenvolvidas pela estagiária Yasmin Emily de Souza Oliveira no Consórcio de Alumínio do Maranhão, doravante ALUMAR, durante o período entre 16 de Janeiro de 2019 e 06 de Dezembro de 2019. O Estágio foi realizado no time de Automação sob supervisão do Engenheiro Sênior e Consultor Guillermo Bracco Yanca, líder da Automação e do *Asset Integrity* da empresa, e, na UFCG, com o orientador, o professor George Rossany Soares de Lira. Foram desenvolvidas atividades de *Compliance*, melhoria nos sistemas de controle de processo, além de acompanhamento na execução e a avaliação de projetos de melhorias através de novas tecnologias. A estagiária atuou na realização de processos confiáveis de auditoria e segurança quanto na confiabilidade do processo produtivo em busca da otimização do tempo de produção e recursos da empresa.

Palavras-chave: Estágio, ALUMAR, Automação Industrial.

ABSTRACT

This report shows the activities developed by intern Yasmin Emily de Souza Oliveira at Consórcio de Alumínio do Maranhão - ALUMAR, during the period between 16/01/2019 and 06/12/2019. The internship was carried out at the Automation team under the supervision of the senior engineer Guillermo Bracco Yanca ,Automation Leader, and, at UFCG under professor doctor George Rossany Soares de Lira orientation. Compliance activities, improvement of process control systems, as well as follow-up on the execution and evaluation of improvement projects through new technologies were developed. The intern worked in performing reliable auditing and safety processes as well as the reliability of the production process in search of optimization of production time and company resources.

Keywords: Internship, ALUMAR, Industrial Automation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Vista aérea do Porto da ALUMAR..... | 10 |
| Figura 2 - Vista aérea da Refinaria da ALUMAR..... | 11 |
| Figura 3 - Vista aérea da Redução da ALUMAR..... | 12 |
| Figura 4 - Participação Acionária da ALUMAR..... | 13 |
| Figura 5 - Diagrama de blocos do fluxo de processo - Refinaria Alumar..... | 15 |
| Figura 6 - Lógica de Programação do Sistema de Alumina..... | 16 |
| Figura 7 - Bancada de treinamento utilizando o PowerFlex 753..... | 17 |
| Figura 8 - Esquemático das Redes de Automação.(Ethernet, ControlNet e DeviceNet)..... | 18 |
| Figura 9 - Apostila utilizada no Módulo I..... | 19 |
| Figura 10 - Esquemático Ferramenta A3..... | 20 |
| Figura 11 - Formulário utilizado para acompanhamento de ativos..... | 24 |
| Figura 12 - Esquemático do Processo de Alimentação dos Silos da Bauxita..... | 25 |
| Figura 13 - Cabeça-móvel da área da Digestão..... | 26 |
| Figura 14 - Lógica de controle através da Linguagem Ladder..... | 27 |
| Figura 15 - PLC ControlLogix da Rockwell Automation, utilizado na substituição do PLC5 obsoleto..... | 27 |
| Figura 16 - Retomadora de Bauxita..... | 28 |
| Figura 17 - Esquema de ligação com resistências rotóricas..... | 28 |
| Figura 18 - Motor de indução acionado por inversor de frequência..... | 29 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--------------------------------|----|
| Quadro 1- Grupos de ASAT | 22 |
|--------------------------------|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|--|
| PCS | <i>Process Control System</i> |
| ASAT | <i>Alcoa Self-Assessment Tool</i> |
| ITAS | <i>Information Technology and Automation Solutions</i> |
| SOX | <i>Lei Sarbanes-Oxley</i> |
| DCS | Sistema de Controle Distribuído |
| CLP | Controlador Lógico Programável |
| VFD | Variadores de Frequência |
| COE | <i>Center of Excellence</i> |
| PCN | <i>Plant Control Network</i> |
| LCN | <i>Local Control Network</i> |
| UCN | <i>Universal Control Network</i> |

SUMÁRIO

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Introdução..... | 7 |
| | 1.1 Objetivos | 9 |
| | 1.2 Estrutura do trabalho | 9 |
| 2 | ALUMAR..... | 10 |
| | 2.1 A História | 12 |
| | 2.2 Gestão da Empresa..... | 13 |
| | 2.3 Organização do trabalho..... | 14 |
| | 2.4 Processo de Produção na Refinaria | 15 |
| 3 | Treinamentos | 16 |
| | 3.1 CLP – Controlador Lógico Programável | 16 |
| | 3.2 Inversores de Frequência e Redes Industriais | 17 |
| | 3.3 Desenvolvimento Pessoal | 18 |
| | 3.4 Software EAM (<i>Enterprise Asset Management</i>) | 19 |
| | 3.5 Treinamento da Ferramenta de Resolução de problemas da Alcoa: “A3” | 19 |
| | 3.6 Treinamento do do Sistema de Controle Distribuído da <i>Honeywell</i> | 20 |
| 4 | Atividades Desenvolvidas..... | 21 |
| 4.1 | Atuação em atividades de <i>compliance</i> referente ao PCS ASAT. | 21 |
| | 4.2 Acompanhamento da execução e a avaliação de projetos de melhorias com novas tecnologias | 24 |
| | 4.2.1 Automação Do Processo De Alimentação Dos Silos Da Bauxita | 24 |
| | 4.2.2 Modernização do sistema de acionamento do enrolador de cabos do <i>Reclaimer</i> de Bauxita..... | 27 |
| 5 | Conclusões..... | 30 |
| 6 | Bibliografia..... | 31 |

1 INTRODUÇÃO

O estágio curricular é uma importante etapa no desenvolvimento e aprendizagem do aluno, pois proporciona a vivência na prática dos conteúdos ministrados em ambiente acadêmico, sejam eles nos setores de pesquisa e desenvolvimento, produção e serviços, relacionados com a Engenharia Elétrica.

Na atual estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica da UFCG, o estágio é uma componente fundamental e obrigatória para a formação profissional do aluno, inserindo-o no mercado de trabalho para o intercâmbio e a troca de novos conceitos e estratégias, conhecimento e aprimoramento de sua carreira profissional.

Este relatório visa descrever as atividades realizadas durante o estágio integrado realizado na empresa Consórcio de Alumínio do Maranhão, doravante ALUMAR., assim como apresentar a estrutura da empresa. O estágio foi realizado pela estudante Yasmin Emily de Souza Oliveira, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande sob orientação do professor George Rossany Soares de Lira.

O supervisor por parte da empresa foi o Engenheiro Sênior e Consultor Guillermo Bracco Yanca, líder da Automação e do *Asset Integrity*. O referido estágio teve início no dia dezesseis de janeiro de dois mil e dezenove até o dia seis de dezembro de dois mil e dezenove. Este relatório tem caráter obrigatório e o cumprimento de sua execução é requisito para a conclusão do curso de Engenharia Elétrica.

O Programa de Estágio da ALUMAR oferece aos estagiários uma experiência real do universo corporativo, mostrando como é o trabalho na prática por meio do desenvolvimento de atividades diferenciadas e os preparando para o mercado de trabalho. Com atividades como: Mesas redondas com líderes, Programa de *Mentoring*, Desenvolvimento de projetos, Treinamentos comportamentais e técnicos, presenciais e a distância. O objetivo do programa não é apenas preparar tecnicamente jovens talentos para os desafios que enfrentarão como futuros profissionais, mas também desenvolvê-los dentro dos comportamentos e valores que fazem da Alcoa uma empresa íntegra e de excelência.

Dentre as atividades desenvolvidas pelo estagiária, podem-se destacar:

- i. Acompanhamento e participação nas atividades de *Compliance* com PCS ASAT: auditorias de Sistemas de Controle de Processo;

- ii. Acompanhar a execução e a avaliação de projetos de Melhorias como integração das redes de Automação, *Upgrade* de PLC obsoletos por nova tecnologia, Upgrade de Inversores VFDs;
- iii. Acompanhamento dos processos de adequação e melhoria em logicas de PLCs e VFDs;
- iv. Atuação no desenvolvimento de procedimentos, estratégias e normas de operação e manutenção de sistemas de Automação (PLCs, VFDs e Networks);
- v. Acompanhar a execução e a avaliação de planos de manutenção de sistemas de Automação (PLCs, VFDs e *Networks*);
- vi. Participar no suporte e controle de backups de lógicas e parâmetros do Sistema de Controle de Processo;
- vii. Atuação no controle de Inventario de Sistemas de Automação (VFDs, Redes, Computadores associados a PLCs e controladores).
- viii. Acompanhar a implementação da Política de segurança (Controle de Senhas, acesso, etc.); Controle de licenças; Controle de Contas;

Dentre estas atividades, nos capítulos a seguir, serão detalhadas as mais significativas: Atividades de *Compliance* PCS ASAT e Acompanhamento da execução e a avaliação de projetos de Melhorias com novas tecnologias;

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal da estagiária neste período foi desenvolver ferramentas para melhoria do Sistema de Controle de Processo, tanto na realização de processos confiáveis de auditoria e segurança quanto na confiabilidade do processo produtivo na busca da otimização do tempo de produção e recursos da empresa.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho segue com o capítulo 2, no qual será apresentada a Empresa onde foi realizado o estágio. Em seguida, no Capítulo 3, serão apresentados treinamentos feitos pela estagiária no decorrer do estágio. Por conseguinte, o capítulo 4, serão apresentadas e detalhadas algumas das atividades desenvolvidas pela estagiária no âmbito da ALUMAR. Por fim, o Capítulo 5 com as conclusões obtidas a partir da experiência no Respectivo Estágio.

2 ALUMAR

O Consórcio de Alumínio do Maranhão é o maior complexo integrado de alumina e alumínio do mundo, composto por três unidades: um moderno Porto, com capacidade para movimentação de grandes volumes de produtos, matérias-primas e insumos, a fábrica de Refino (produção da alumina) e a fábrica de Redução (transformação da alumina em alumínio), esta foi fechada em 2015 [5]. No Porto, apresentado na Figura 1, ocorre o desembarque das matérias-primas e dos insumos usados na fabricação da alumina e o embarque da alumina. Em harmonia com a área industrial está o Parque Ambiental, uma das maiores reservas de preservação da biodiversidade da Ilha de São Luís.

Figura 1 - Vista aérea do Porto da ALUMAR



Fonte: Apostila disponibilizada pela ALUMAR.

O conceito de sustentabilidade é a base do negócio da Alumar de modo que a empresa busque combinar os resultados econômicos com a preservação ambiental e a responsabilidade social. A partir dessa visão sustentável, a competitividade requer mudanças de longo alcance, visando o desenvolvimento sustentável. O gerenciamento das ações ligadas ao meio ambiente, iniciativas da saúde e segurança do trabalho é uma realidade que demanda um compromisso constante na organização, envolvendo funcionários, contratados e as comunidades.

Os constantes investimentos em tecnologia e pesquisa fazem parte do acervo estratégico da planta que conta, também, com o incentivo ao crescimento profissional e pessoal dos seus colaboradores. Características como mente criativa, visão holística, educação, vida cultural e capacidade de interação com a comunidade são bens preciosos que a Alumar fomenta e os funcionários cultivam e replicam.

A Alcoa conquistou o primeiro lugar no setor de Siderurgia no Guia Melhores Empresas para Você Trabalhar, publicação especial da revista Você S/A, reconhecida como referência nacional nas áreas de gestão de pessoas e um bom ambiente organizacional. Na capital maranhense, São Luís, A Alcoa, por meio da Alumar, está em operação há 37 anos.

Figura 2 - Vista aérea da Refinaria da ALUMAR



Fonte: Apostila disponibilizada pela ALUMAR.

2.1 A HISTÓRIA

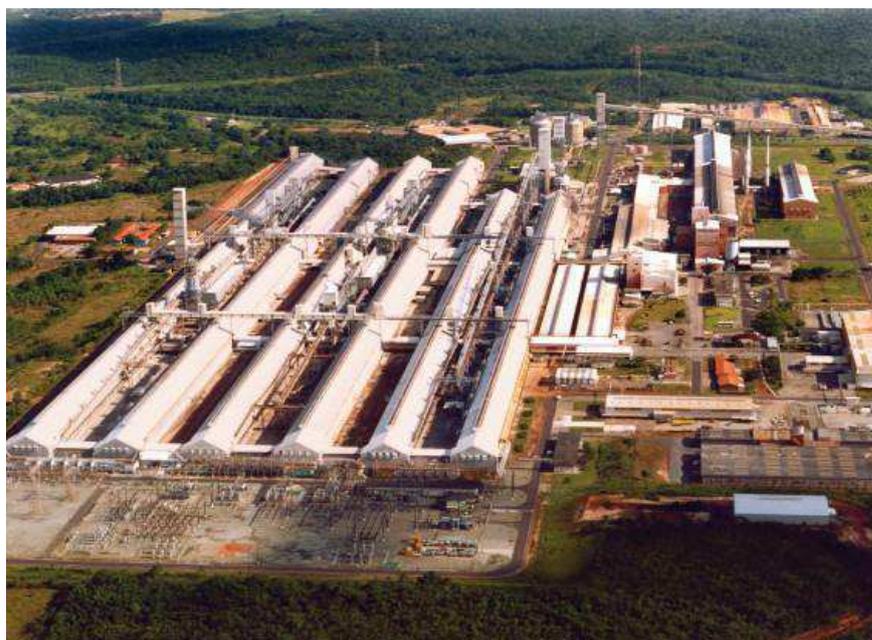
Sua construção começou em 1980, no distrito industrial de São Luis, com um investimento inicial de US\$ 1,7 bilhão. Em 29 de setembro de 1981, com a construção em andamento, a *BHP Billiton* comprou 40% das ações do empreendimento, firmando consórcio com a Alcoa Alumínio. A Alumar enfrentou oposição de políticos e ambientalistas, que temiam que a operação da fábrica pudesse trazer consequências desastrosas à fauna e flora da ilha. Mesmo assim, as obras continuaram chegando a empregar cerca de 15 mil pessoas [2].

A Alcoa Alumínio S.A e a Billiton Metais S.A (hoje BHP Billiton) controlaram o projeto até o final da construção e nos primeiros anos de operação. Mais tarde, a Alcan Alumínio do Brasil Ltda. (atual Alcan Alumina Ltda) e a Abalco (empresa integrante do grupo econômico da Alcoa Inc), também entraram no consórcio [5].

O Porto começou a funcionar em setembro de 1983 para o desembarque das matérias-primas e insumos (bauxita, coque, piche, carvão e soda cáustica) necessários à produção. Na construção do Porto foram investidos US\$ 274 milhões. Complementarmente, também está prevista a duplicação do Porto, que permitirá movimentar 14 milhões de toneladas de produtos por ano.

A fábrica de redução partiu em julho de 1984 com apenas uma linha de produção e custou US\$ 372 milhões. Hoje possui duas linhas, porém, como dito anteriormente, esta planta está fechada [5].

Figura 3 - Vista aérea da Redução da ALUMAR.



Fonte: Apostila disponibilizada pela ALUMAR.

A viabilidade da ALUMAR deveu-se, em parte, a garantias fiscais e creditícias, além do aporte dado pelo governo do Estado do Maranhão para a montagem da infra-estrutura necessária ao projeto. Além disso, o governo federal concedeu redução de Imposto de Renda para a ALUMAR e para todo empreendimento industrial realizado no Nordeste do Brasil, na época de implantação. A energia consumida pela empresa foi subsidiada por um período de vinte anos e, em 2004, foi renovada por mais vinte anos, após um período de negociação com o governo considerando preços de mercado [5].

Em janeiro de 2007, foi iniciada uma expansão da refinaria do consórcio, que teve um investimento de R\$ 5,2 bilhões. As novas estruturas foram inauguradas em dezembro de 2009, na presença do presidente Luiz Inácio Lula da Silva, da governadora Roseana Sarney e outras autoridades. Com isso, a capacidade anual de produção de alumina, matéria-prima do alumínio, passou de 1,5 milhão de toneladas para 3,6 milhões.[4] Atualmente, a Alumar tem participação das empresas Alcoa (54%), South32 (36%) e Rio Tinto (10%) [5].

Figura 4 - Participação Acionária da ALUMAR.



Fonte: (Autora,2019).

2.2 GESTÃO DA EMPRESA

Assim como todas as unidades da Alcoa, a ALUMAR reporta seus dados por meio de sistemas de indicadores ligados ao Alcoa Business System (ABS), um modelo de gestão da Alcoa inspirado no Modelo Toyota de Gestão. Trata-se de um modelo de Gestão da Qualidade Total que busca a melhoria contínua na qualidade do sistema produtivo: diminuindo custos, reduzindo tempo de produção e melhorando as condições de saúde, segurança e meio ambiente no local de trabalho. [5].

Também faz parte da gestão o acompanhamento sistemático das empresas terceirizadas através de reuniões com toda a alta liderança, o gerente de meio ambiente e o diretor da fábrica

para verificação do cumprimento das políticas de gestão da ALUMAR. A proposta é trabalhar com a ideia de melhoria contínua [5].

A ALUMAR é reconhecida através de certificações como as Normas ISO 14001 (Gestão Ambiental), OHSAS 18001 (Gerenciamento de Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional), ISO 9001 (Gestão da Qualidade) e SA 8000 (Responsabilidade Social).

2.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Os trabalhadores têm relativa autonomia para tomar decisões e contam com o apoio de uma ferramenta chamada cadeia de ajuda. Ao enfrentar qualquer tipo de dificuldade, o funcionário é incentivado pelo chefe a resolver o problema, observando as limitações do seu conhecimento e da sua habilidade. Caso não consiga resolvê-lo, recorre ao seu superior e assim sucessivamente, podendo chegar até ao gerente da fábrica, dependendo do tipo de problema e do impacto que está causando da organização [5].

A ALUMAR criou, também, um programa de sugestão para os operadores, cujo objetivo é melhorar o trabalho na produção com ideias sugeridas por eles, a partir da experiência adquirida no trabalho. Mensalmente, a superintendência e um representante dos operadores avaliam e escolhem a melhor ideia do departamento, a melhor ideia da refinaria e a melhor ideia da ALUMAR [5].

A organização do trabalho na ALUMAR corresponde ao modelo de gestão e desenvolvimento de pessoas adotado pela Alcoa, cujo foco é “promover melhorias no ambiente de trabalho, na crescente capacitação dos colaboradores e na eficácia da liderança e da organização. A autogestão e a maior autonomia dos funcionários são elementos importantes desse modelo, mas não necessariamente são percebidos como tal pelos trabalhadores [5].

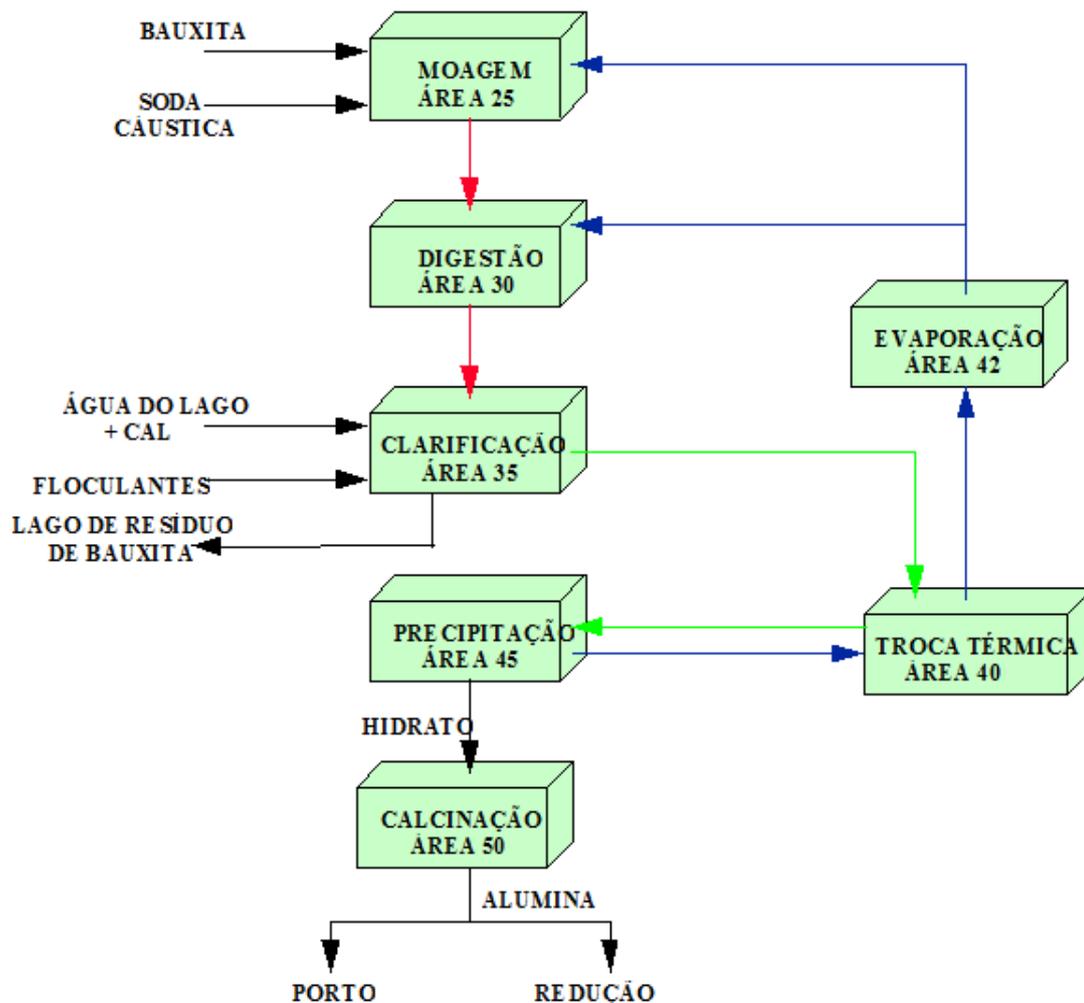
A Política do Sistema de Gestão Integrado da ALUMAR possui três valores dos quais se baseiam a fim de produzir a Alumina. Os valores são:

- Agir com integridade: O alicerce da Alcoa é a integridade. A atuação com os clientes, fornecedores, colegas de trabalho, acionistas sempre de forma confiável, com honestidade e abertura.
- Operar com excelência: A incessante busca pela excelência em tudo o que faz, todos os dias.
- Cuidar das pessoas: É muito salientado a importância do trabalho com segurança, de modo a proteger e promover a saúde e o bem-estar das pessoas e do meio ambiente.

2.4 PROCESSO DE PRODUÇÃO NA REFINARIA

Na Refinaria, a bauxita recebida no Porto da ALUMAR, é refinada e transformada em alumina, matéria-prima do alumínio. A Refinaria é composta pelas áreas: Retroporto, Digestão, Clarificação, Precipitação e Calcinação.

Figura 5 - Diagrama de blocos do fluxo de processo - Refinaria Alumar



Fonte: Apostila disponibilizada pela ALUMAR.

A Alumar recebe a bauxita da Mineração Rio do Norte e da Mina de Juruti, ambas localizadas no Pará. A bauxita chega ao Porto e na refinaria é transformada em alumina posteriormente. O minério é refinado, este processo químico é conhecido como Processo Bayer, patenteado em 1887 pelo austríaco Karl Joseph Bayer.

A Bauxita é moída e misturada a uma solução de soda cáustica. Esta mistura é, em seguida, enviada à digestão, onde ocorre a dissolução da alumina. Depois da separação das impurezas por sedimentação e filtração é feita a precipitação da alumina sob a forma de hidrato. O hidrato é então enviado a um forno de calcinação para se transformar em alumina calcinada.

3 TREINAMENTOS

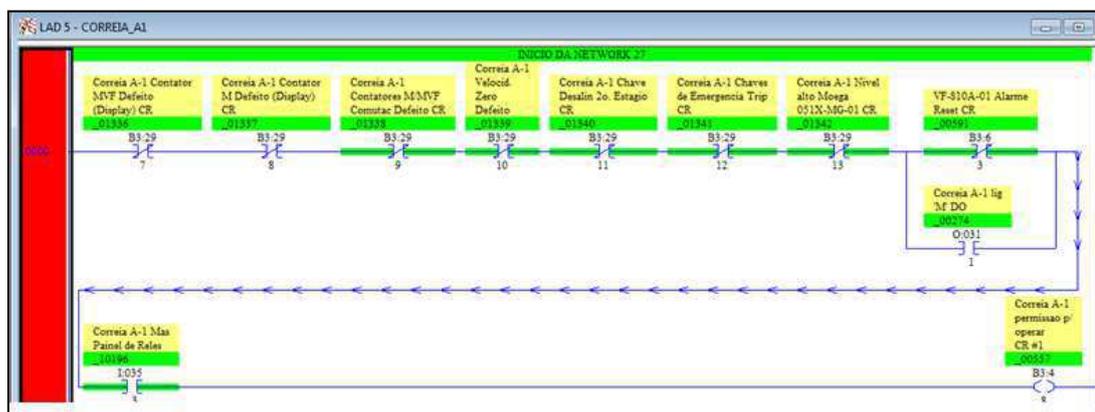
No início do estágio, os ingressantes passam por uma etapa que é denominada de introdutório e corresponde a duas semanas de treinamentos. Os treinamentos ministrados durante essas semanas, tendo como propósito de ambientar e apresentar aos estagiários as políticas e seguranças da empresa. A partir da primeira semana, o estagiário já possui contato com o inglês, visto que como a ALUMAR faz parte de um consórcio entre empresas americanas, a maioria dos sistemas de gestão, de *compliance*, e de manutenção seguem padrões americanos. Além desses treinamentos iniciais, a estagiária participou de palestras e treinamentos adicionais, incluindo treinamentos técnicos. Esses por sua vez, foram de grande importância, uma vez que além de ampliar a visão profissional e técnica, foram conhecimentos aplicados durante todo estágio.

3.1 CLP – CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

O CLP é um equipamento que trabalha manipulando saídas lógicas conforme o estado de suas entradas. Ele foi inventado em substituição dos circuitos sequenciais de relés para controle de máquinas e/ou processos.

O treinamento teve como objetivo apresentar noções básicas sobre esse dispositivo e ensinar instruções básicas desse equipamento e mostrar como funcionam as programações utilizadas para controle de equipamentos da área. Além disso, teve-se a oportunidade de desenvolver programações básicas, como a seguir.

Figura 6 - Lógica de Programação do Sistema de Alumina.



Fonte: (Autora,2019).

3.2 INVERSORES DE FREQUÊNCIA E REDES INDUSTRIAIS

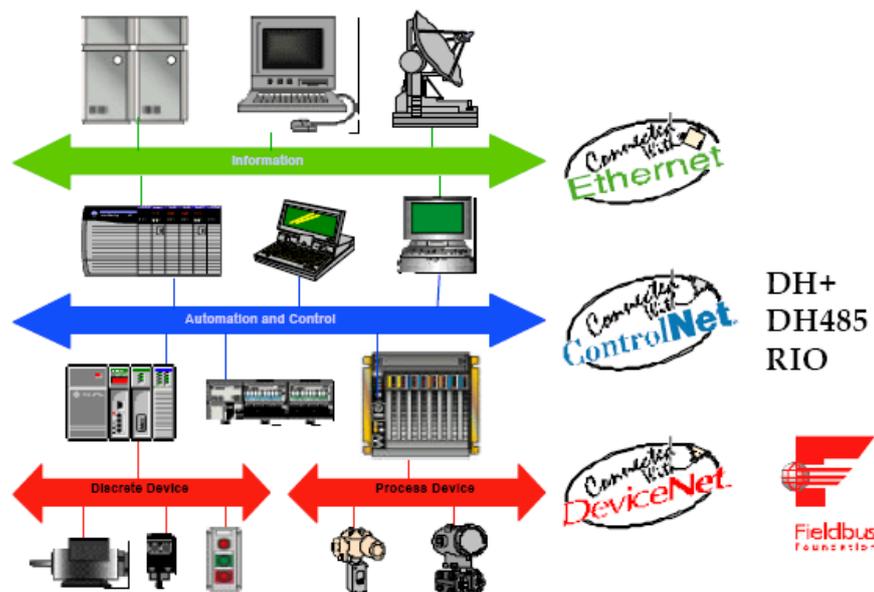
Neste treinamento foi apresentado, inicialmente, o princípio de funcionamento dos motores elétricos, com ênfase no motor de indução, discorreu-se também sobre os *Soft-Starters* e Retificadores. Após essa breve introdução, foi abordado o funcionamento do inversor e as suas instruções básicas de configuração e *startup*, realizando prática nos inversores *PowerFlex700* e *PowerFlex753* da *Rockwell*. Já quanto a Redes Industriais foram apresentadas as principais redes de comunicação utilizadas na Alumar. Discorrendo sobre as redes DH+, *ControlNet*, *DeviceNet* e *Ethernet*, apresentando as suas principais características, vantagens, desvantagens e aplicações.

Figura 7 - Bancada de treinamento utilizando o *PowerFlex 753*.



Fonte: (Autora, 2019).

Figura 8 - Esquemático das Redes de Automação.(Ethernet, ControlNet e DeviceNet).



Fonte: (Fieldbus Foundation)

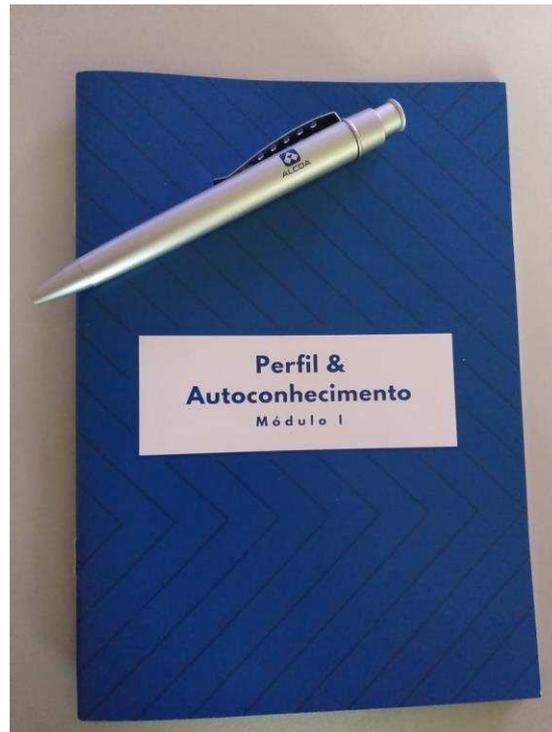
3.3 DESENVOLVIMENTO PESSOAL

O treinamento de desenvolvimento pessoal foi dividido em três módulos:

- Módulo I: Perfil e autoconhecimento;
- Módulo II: Inteligência emocional e comunicação assertiva;
- Módulo III: Protagonismo e proatividade;

No Módulo I foi apresentado o modelo de aprendizagem humana, no qual foi abordado o perfil comportamental e realizou-se o direcionamento de perfil. No Módulo II, foi apresentado a conceituação de comunicação, as formas e modelos de comunicação e a dinâmica com o tema inventário de estilo de comunicação. No módulo de encerramento, Módulo III, foi apresentado o conceito de protagonismo, uma contextualização do protagonismo no século XXI e a dinâmica protagonizando.

Figura 9 - Apostila utilizada no Módulo I.



Fonte: (Autora, 2019).

3.4 SOFTWARE EAM (*ENTERPRISE ASSET MANEGEMENT*)

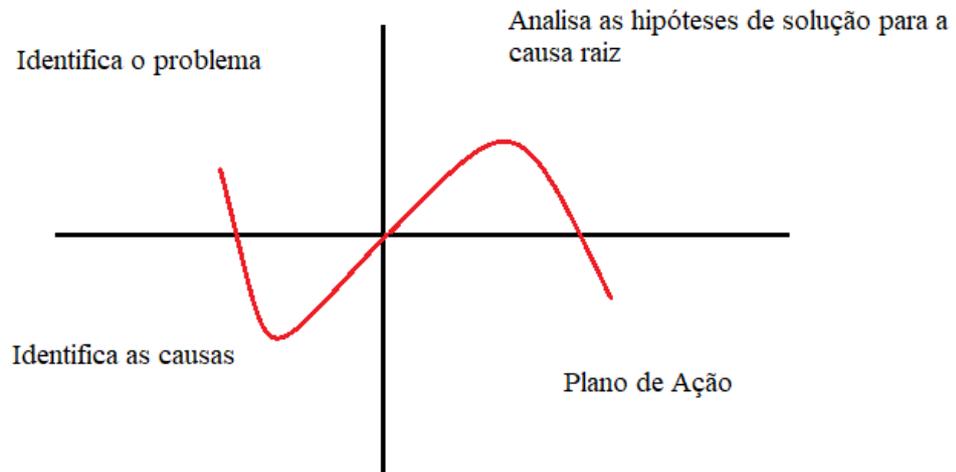
Esse software é a principal ferramenta utilizada pela engenharia de manutenção da ALUMAR. Ele é responsável por controlar e planejar todas as manutenções preventivas, preditivas e corretivas e suas execuções. Para acessar a ferramenta é necessário que tenha inglês intermediário. Esse treinamento teve como objetivo permitir que o estagiário estivesse apto a operar em tal ferramenta.

3.5 TREINAMENTO DA FERRAMENTA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DA ALCOA: “A3”.

O principal objetivo da ferramenta de resolução de problemas da Alcoa, chamada A3, é mapear e atuar nos principais pontos do problema visando a eliminação das perdas e a melhoria contínua do processo. Os principais passos para aplicar a ferramenta A3, consiste em:

1. Identificação do Problema
2. Localizar as causas do problema
3. Analisar a causa raiz do problema. (5 por quês)
4. Plano de ação para a causa raiz.

Figura 10 - Esquemático Ferramenta A3.



Fonte: (Autora, 2019).

3.6 TREINAMENTO DO DO SISTEMA DE CONTROLE DISTRIBUÍDO DA *HONEYWELL*.

Este treinamento consistiu na apresentação do Sistema de Arquitetura da *Honeywell*. O Sistema de Controle Distribuído da *Honeywell* apresenta três camadas básicas de redes:

- PCN (*Plant Control Network*) : Acomoda os servidores;
- LCN(*Local Control Network*): Processamento e controle dos dados;
- UCN(*Universal Control Network*): Processamento e controle dos dados.

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Dentre as atividades descritas na Introdução, desenvolvidas pela estagiária, destacam-se:

- Acompanhamento e participação nas atividades de *Compliance* com PCS ASAT: auditorias de Sistemas de Controle de Processo;
- Acompanhamento da execução e a avaliação de projetos de Melhorias com novas tecnologias.

4.1 ATUAÇÃO EM ATIVIDADES DE *COMPLIANCE* REFERENTE AO PCS ASAT.

O PCS ASAT – ITAS (*Process Control System*), traduzida como Sistema de Controle de Processo é um conjunto de normas criadas pela ALCOA, inspiradas na *SOX Compliance* que visa garantir a criação de mecanismos de auditoria e segurança confiáveis nas empresas.

A Lei *Sarbanes-Oxley* (conhecida como *SOX Compliance*) é uma lei dos Estados Unidos criada em 30 de Julho de 2002 por iniciativa do senador democrata Paul Sarbanes e do deputado republicano Michael Oxley. A criação desta lei foi uma consequência das fraudes e escândalos contábeis que, na época, atingiram grandes corporações nos Estados Unidos e teve como intuito tentar evitar a fuga dos investidores causada pela insegurança e perda de confiança em relação aos princípios de governança nas empresas.[6]

A *SOX* se aplica a todas as empresas, sejam elas americanas ou estrangeiras, que tenham ações registradas na SEC (*Securities and Exchange Commission*, o equivalente americano da CVM brasileira). A *SOX Compliance* obriga as empresas a reestruturarem processos para aumentar os controles, a segurança e a transparência na condução dos negócios, na administração financeira, nas escriturações contábeis e na gestão e divulgação das informações. Segundo a maioria dos analistas, esta lei representa a maior reforma do mercado de capitais americano desde a introdução de sua regulamentação, logo após a crise financeira de 1929.[6]

Dessa maneira, como a ALCOA é sócia majoritária da ALUMAR com 54%, e a mesma é uma empresa americana. A ALUMAR segue as normas que ALCOA costuma seguir. Então para isso, A ALCOA criou o PCS ASAT que consiste em 261 Pontos de Protocolos

distribuídos em 14 grupos para avaliações e 63 Atividades de *Compliance* para serem realizadas.

Na tabela abaixo, estão divididos os grupos de ASAT em que estão distribuídos os pontos de protocolos para avaliações. Uma característica importante da área de *Compliance* é que como se tratam de leis americanas, todos os protocolos são em inglês. Este fator foi de engrandecimento para a estagiária, visto que ela tinha contato com pessoas de outras plantas da ALCOA, e que a mesma necessitava se comunicar em inglês.

Quadro 1- Grupos de ASAT

| GRUPO DE ASAT | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ASAT 01. <i>Business Alignment</i> | ASAT 07. <i>Continuous Service</i> |
| ASAT 02. <i>Manage Projects</i> | ASAT 08. <i>System Security</i> |
| ASAT 03. <i>System Content</i> | ASAT 09. <i>Managing Data</i> |
| ASAT 04. <i>Accredit Deploy</i> | ASAT 10. <i>Third part services</i> |
| ASAT 05. <i>Manage Facilities</i> | ASAT 14. <i>General</i> |
| ASAT 06. <i>Managing Operations</i> | |

Fonte: (Autora,2019).

Com isto, a ALUMAR possui um time responsável por garantir conformidade da empresa ao PCS ASAT. Esse time possui uma divisão interna: O PCS Quasar, time responsável por todo o Sistema de Controle Distribuído da planta (DCS), utilizando a tecnologia da *Honeywell*, acordo este firmado através do contrato entre Alumar e *Honeywell*, chamado Quasar; e o PCS Non Quasar, time responsável por todo o sistema de automação de área, utilizando em maior parte a tecnologia da empresa *Rockwell Automation*, responsável pela aquisição de dados pelos PLCs (Controladores Lógicos Programáveis) e VFDs (Inversores de frequência) e distribuição desses dados para o DCS.

O time do qual a estagiária fazia parte era o Time PCS Non Quasar, este passava por uma fase de estruturação, com um time totalmente renovado desde o final de 2018. Nas primeiras análises de Auditoria Interna foram encontradas oportunidades de melhoria com propostas de planos de ação para controle de processos.

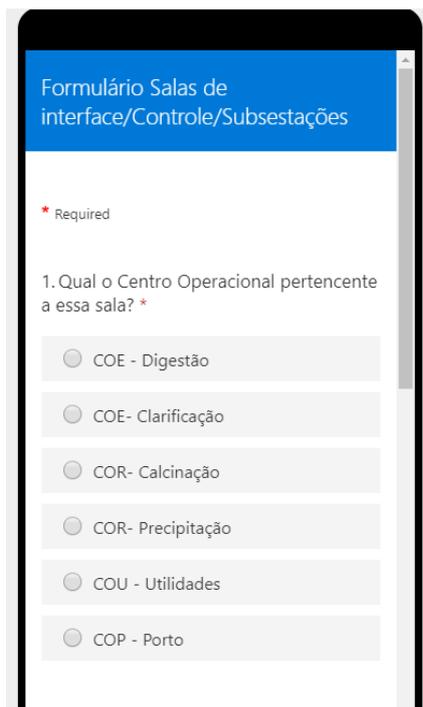
A atuação da estagiária no time de automação consistia em analisar e responder para o time auditor do COE-ASAT, auto-avaliações mensais para o cumprimentos dos protocolos. Essa auto-avaliações mensais chamadas de ASAT *WalkThrough*, chegavam por meio de e-mails e tinham um prazo para resposta.

Dessa forma, a estagiária recebia os pontos de protocolos que seriam avaliados no mês em questão, realizava as análises técnicas necessárias da atual situação da empresa e preparava planos de ação para garantir que todo o cenário da automação que era responsável estivesse conforme.

Dentre os planos de ação desenvolvidos pela estagiária, destacam-se:

- Gerenciamento das Workstations: A estagiária criou uma rotina de abertura de solicitações automáticas para garantir o controle de segurança das máquinas e o gerenciamento das contas de acesso. A ferramenta utilizada foi o *Flow* da Microsoft.
- Gerenciamento de Backup: A estagiária criou uma rotina de abertura de solicitações automáticas para garantir o backup de dados dos sistemas de automação da Refinaria.
- Gerenciamento de Mudanças: Para realizar qualquer mudança nos sistemas de controle é necessário abrir uma solicitação de serviços de automação através da ferramenta interna da ALCOA, chamada de DTI. O DTI passa por um fluxo de aprovação de pessoas responsáveis pelo sistema a ser modificado. A fim de garantir o histórico de mudanças, mas também, de garantir o devido acompanhamento do status de aprovação. As estagiárias dos times de Automação, Non Quasar e Quasar, criaram um processo de acompanhamento dos status de DTI e envio automático de lembretes para os aprovadores das fases atuais do fluxo a ser seguido.
- Acompanhamento de ativos e salas de controle: A estagiária criou um processo de acompanhamento das salas de controle e dos seus respectivos ativos para garantir a confiabilidade das informações, a atualização contínua do inventário, além de eliminar as vulnerabilidades do processo, caso haja. Este projeto aborda as seguintes informações:
 - Segurança Física
 - Controle do Ambiente
 - Condição da UPS
 - Limpeza e Organização
 - Equipamentos de campo

Figura 11 - Formulário utilizado para acompanhamento de ativos.



Formulário Salas de interface/Controle/Subestações

* Required

1. Qual o Centro Operacional pertencente a essa sala? *

COE - Digestão

COE- Clarificação

COR- Calcinação

COR- Precipitação

COU - Utilidades

COP - Porto

Fonte: (Autora, 2019).

Portanto, a estagiária contribuiu para a realização de processos confiáveis de auditoria e segurança para a ALUMAR, para a melhoria nos controles internos da planta garantindo a confiabilidade das informações para realizar melhores planejamentos e investimentos, além de, garantir transparência na gestão empresarial da ALUMAR e reduzir riscos aos negócios da mesma.

4.2 ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO E A AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE MELHORIAS COM NOVAS TECNOLOGIAS

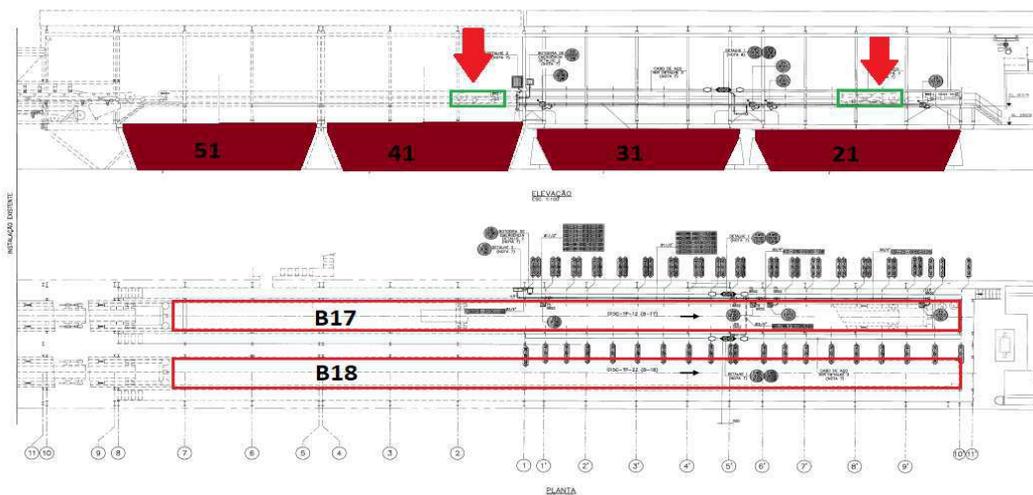
A ALUMAR é uma empresa que está sempre em buscar de automatizar seus processos, com o intuito de otimizar o seu processo produtivo. E, portanto, durante o período do estágio, a estagiária sugeriu e acompanhou alguns projetos de melhorias com a inserção de novas tecnologias.

4.2.1 AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE ALIMENTAÇÃO DOS SILOS DA BAUXITA

Um dos projetos de melhoria que a estagiária participou e será explicado neste tópico é o da Automação do Processo de Alimentação dos Silos da Bauxita. A bauxita é a matéria

prima utilizada na empresa para a produção da Alumina, ela chega através de navios no Porto da Alumar, e percorre a refinaria por meio de correias transportadoras. Para iniciar o primeiro passo do Processo Bayer, a moagem da bauxita, faz-se necessário esse deslocamento por meio das correias transportadoras e o despejo do material nos quatro Silos da Bauxita.

Figura 12 - Esquemático do Processo de Alimentação dos Silos da Bauxita.



Fonte: (Autora,2019).

Esse processo de alimentação dos silos da bauxita é realizado manualmente através da sala de controle, pelo direcionamento dos cabeças móveis das correias transportadoras. Dessa forma, há a necessidade de um operador de sala dedicar parte do seu tempo para essa operação e este precisa ter a sensibilidade de qual silo é mais adequado para o recebimento da bauxita, o que requer tempo e atenção que poderia ser destinado para outras atividades. Este processo está susceptível a erros causados pela falha humana.

Figura 13 - Cabeça-móvel da área da Digestão.



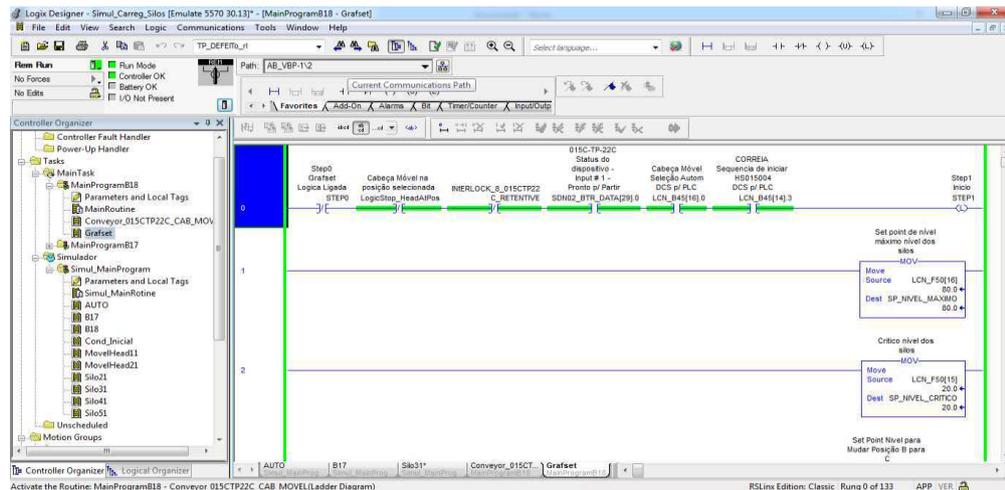
Fonte: (Autora,2019).

Com o intuito de gerar a independência do processo, assim como, a otimização do tempo de produção e de recursos, a equipe de engenharia propôs a automação do processo de alimentação dos silos da bauxita por meio da automação do direcionamento dos cabeças móveis referente as correias transportadoras.

Os materiais e recursos necessários nesse projeto são:

- Upgrade do PLC5 para *Control Logix* para monitoramento da correia transportadora;
- Implementação da Rede *ControlNet* para a comunicação entre os PLC's;
- Implementação da Lógica de controle para realizar os comandos necessários ao cabeça móvel;

Figura 14 - Lógica de controle através da Linguagem Ladder.



Fonte: (Autora, 2019)

Figura 15 - PLC *ControlLogix* da *Rockwell Automation*, utilizado na substituição do PLC5 obsoleto.



Fonte: (Autora, 2019).

Esse projeto irá solucionar os problemas causados por falha humana. E garantir a confiabilidade do processo produtivo através das melhores tomadas de decisões pelo PLC. O papel da estagiária nesse projeto foi auxiliar na implementação da lógica de controle.

4.2.2 MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE ACIONAMENTO DO ENROLADOR DE CABOS DO *RECLAIMER* DE BAUXITA

A retomadora (*Reclaimer*) de bauxita é responsável pela captação da bauxita nas pilhas do pátio e descarga nas correias transportadoras que enviarão o material para os moinhos. Este equipamento se movimenta ao longo de todo o pátio, necessitando assim de alimentação elétrica em toda a sua movimentação. Esta alimentação é feita por uma subestação próxima por meio de

cabos elétricos, próprios para a aplicação, dos quais são enrolados ou desenrolados durante toda a movimentação baseado na posição relativa à subestação.

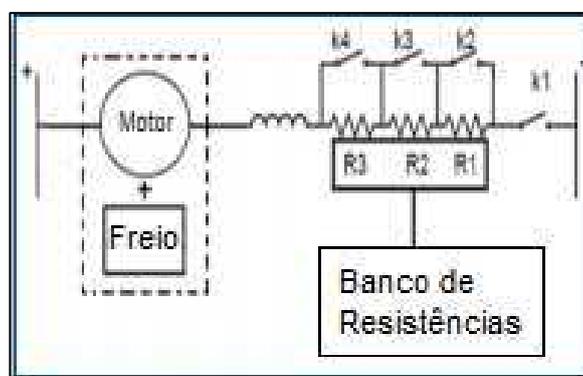
Figura 16 - Retomadora de Bauxita



Fonte: (Autora,2019).

O sistema de enrolador de cabos era acionado por um motor de indução de rotor bobinado com freio eletromagnético, em que o seu acionamento era realizado por via de contadores e um banco de resistências rotóricas.

Figura 17 - Esquema de ligação com resistências rotóricas.

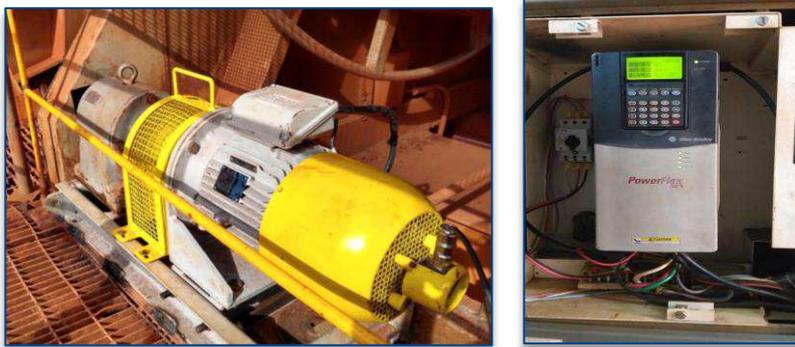


Fonte: (Autora,2019).

A confiabilidade do sistema existente baixa, apresentando alta taxa de falhas principalmente por torque elevado ou insuficiente. Isto ocorria principalmente por desgaste do banco de resistências assim como falha nos contadores de acionamento do motor. Além disso, a inexistência de um controle mais preciso de torque no sistema de enrolamento causava avarias nos cabos elétricos, resultando em alguns eventos até rompimento de cabos.

Para a correção deste problema, foi realizada a substituição do motor de indução com rotor bobinado, por um motor de indução gaiola de esquilo. Para o acionamento desse motor foi utilizado um inversor de frequência, que permitiu o controle preciso do torque no eixo resultando em um enrolamento de cabo muito mais suave.

Figura 18 - Motor de indução acionado por inversor de frequência.



Fonte: (Autora, 2019).

5 CONCLUSÕES

O estágio acadêmico é o momento do qual o aluno se depara com situações reais do mercado de trabalho, em o que o mesmo agrega todo o conhecimento adquirido durante cinco anos de graduação visto na prática. No estágio realizado na Alumar, indústria de Alumina, a aluna desenvolveu diversas atividades que engrandeceram a sua formação acadêmica e pessoal.

A vivência com pessoas dos mais diferentes lugares possibilitou um enriquecimento técnico e cultural expressivo. A oportunidade de participar de decisões envolvendo critérios técnicos e econômicos é de grande ajuda na formação profissional. Um dos pontos muito importantes nesse período de estágio foi o engrandecimento de relações interpessoais, além de contato com fornecedores e empresas multinacionais, como a *Rockwell Automation* e a *Honeywell*, o que tornou a atividade um campo multidisciplinar e de grande valia para a formação e consolidação do profissional.

O time do qual a estagiária fez parte foi o time de Automação da planta, no qual houve a contribuição na realização de processos confiáveis de auditoria e segurança da empresa, além de desenvolver planos de ação que garantem a confiabilidade do processo produtivo na busca da otimização do tempo de produção e recursos da empresa. Nesta área, a estagiária teve muito contato com a língua inglesa através de reuniões, palestras e atividades de *compliance*. Dessa forma, este fator foi muito importante para aperfeiçoar as habilidades da estagiária na língua inglesa.

Por ter sido realizado em uma indústria, o estágio foi voltado para a parte técnica de diversos assuntos vistos durante a graduação, disciplina como Máquinas Elétricas, Eletrônica de Potência, Instalações Elétricas e Automação Industrial foram de extrema importância, pois construíram uma base sólida para a realização das atividades durante a vigência do estágio.

Dessa forma, a realização do estágio em uma grande indústria foi uma importante ferramenta para preparar o aluno para o exercício da profissão de engenheiro, uma vez que o aluno vivencia em situações de responsabilidades com prazos e execuções de atividades, além de trabalhar em um ambiente de um sistema de gestão consolidado e alinhado com todos os colaboradores da empresa.

6 BIBLIOGRAFIA

- [1] Alcoa Annual Report 2006, disponível em: <www.alcoa.com>, acesso em 08/07/2019.
- [2] Autor desconhecido, «*A evolução de uma empresa além mar...*». Jornal da Soamar - Sociedade dos Amigos da Marinha. Julho de 2000. Acesso em 08 de julho de 2019.
- [3] Autor desconhecido, «*Presidente Luiz Inácio Lula da Silva inaugura em São Luis do Maranhão a expansão da refinaria de alumina do Consórcio Alumar*». Alcoa. 14 de dezembro de 2009. Acesso em: 8 de julho de 2019.
- [4] BHP Billiton Anual Report, 2006, disponível em: <www.bhpbilliton.com>. Acesso em 08 de julho 2019.
- [5] VILMAR, M. L. *ESTUDO DA CADEIA PRODUTIVA DO ALUMÍNIO NA REGIÃO NORTE DO BRASIL. O CASO DA EMPRESA ALUMAR*. Instituto Observatório Social, 2008.
- [6] Autor desconhecido, *À LEI SARBANES OXLEY (SOX)* <<https://portaldeauditoria.com.br/introducao-lei-sarbanes-oxley-sox/>>. Acesso em 14 de Julho de 2019

