

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

Gabriel de Lima Vieira

**ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INDÚSTRIA DE
EMBALAGENS**

**ITUMBIARA-GO
2024**



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Gabriel de Lima Vieira.

Matrícula: 20191040070173.

Título do Trabalho: Estudo de eficiência energética em indústria de embalagens.

Autorização - Marque uma das opções

1. (☒) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. (☐) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. (☐) Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- (☐) O documento está sujeito a registro de patente.
(☐) O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
(☐) Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Itumbiara-GO, ____/____/2026.
Local Data



Documento assinado digitalmente
GABRIEL DE LIMA VIEIRA
Data: 15/04/2026 19:18:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Gabriel de Lima Vieira

**ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INDÚSTRIA DE
EMBALAGENS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Itumbiara, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Área de Concentração: Engenharias; Engenharia Elétrica; Sistemas Elétricos de Potência.

Orientador: Prof. Dr. Ghunter Paulo Viajante.

**ITUMBIARA-GO
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V658e Vieira, Gabriel de Lima
 Estudo de eficiência energética em indústria de embalagens. / Gabriel de Lima
 Vieira. – Itumbiara, 2026.
 94 p. : il.

Trabalho de conclusão do curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2026.

Orientador: Prof. Dr. Ghunter Paulo Viajante.

1. Eficiência energética. 2. Gestão de energia. 3. Indústria de embalagens. I. Título. II. Viajante, Ghunter Paulo. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

CDD 658.26

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Biblioteca Maria Gabriela Pacheco Pardey / Câmpus Itumbiara
Bibliotecário: Rosiane Gonçalves de Lima CRB1/1684



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA

Termo de Aprovação

Gabriel de Lima Vieira

ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INDÚSTRIA DE EMBALAGENS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 16 de Dezembro de 2024, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ghunter Paulo Viajante - Orientador

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara.

(Assinado Eletronicamente).

Prof. Dr. Victor Régis Bernardeli - Membro interno

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara.

(Assinado Eletronicamente).

Prof. Dr. Cláudio Roberto Pacheco - membro interno

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara.

(Assinado Eletronicamente).

Itumbiara – GO

2024

Documento assinado eletronicamente por:

- **Claudio Roberto Pacheco**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 05/01/2025 21:07:41.
- **Ghunter Paulo Viajante**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2024 11:02:36.
- **Victor Regis Bernardeli**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2024 10:53:01.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/12/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 599414

Código de Autenticação: c6720da9ed



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Avenida Furnas, nº 55, None, Bairro Village Imperial, ITUMBIARA / GO, CEP 75524-010
(64) 2103-5612 (ramal: 5612)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, cujo apoio incondicional e amor constante foram as forças que impulsionaram cada passo desta jornada acadêmica. À minha família, fonte de inspiração e suporte nos momentos desafiadores. Este trabalho é dedicado a todos vocês, pelos sacrifícios, encorajamentos e pelo constante estímulo a buscar o melhor em cada desafio. Obrigado por serem a base sólida que sustenta minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pela constante presença e apoio ao longo da minha jornada acadêmica.

Aos meus pais, Neliton Dias Vieira e Luzineide Barbosa de Lima, e à minha irmã, Geovanna de Lima Vieira, pelo suporte inabalável. À minha esposa Juliana Pereira de Freitas, À minha avó, Davina Dias Vieira, pela orientação e carinho.

Ao Lazaro Rosa Vieira, meu incentivador incansável, e às minhas avós, Maria dos Santos Lima e José Barbosa de Lima, pelos valores transmitidos.

Ao meu tio, José Ronaldo, pela orientação ao longo do caminho.

Aos professores que contribuíram para a minha formação, especialmente ao meu orientador, Ghunter, e aos demais educadores que moldaram meu percurso acadêmico.

A todos que participaram do meu ensino, meu profundo reconhecimento. Esta conquista é compartilhada com a minha família, que sempre esteve presente em cada etapa.

RESUMO

Esta monografia apresenta uma análise sobre a eficiência energética na indústria de embalagens, com foco na produção de latas. O estudo inicia com uma revisão detalhada do processo produtivo, que abrange etapas como estampagem, revestimento, pintura e montagem. Cada uma dessas fases é examinada em termos de consumo de energia elétrica, com o objetivo de identificar áreas de melhoria. O trabalho propõe soluções para otimizar a eficiência energética em diferentes etapas da produção, explorando alternativas tecnológicas viáveis para reduzir o consumo de energia em equipamentos importantes, como prensas, fornos, máquinas de revestimento e sistemas de iluminação. A implementação dessas melhorias busca não apenas reduzir o consumo de energia, mas também promover uma operação mais sustentável a longo prazo. Um aspecto relevante abordado é a aplicação da norma ISO 50001 como parte do sistema de gestão de energia da indústria. O estudo explora como a abordagem Plan-Do-Check-Act (Planejar – Fazer – Checar – Agir ou PDCA), recomendada pela norma, tem sido implementada na prática. Resultados desde a aplicação são discutidos, demonstrando a eficiência da norma na gestão de energia e seus benefícios operacionais e econômicos. Do ponto de vista econômico, o trabalho inclui uma análise financeira que vai além dos custos iniciais, examinando o retorno sobre o investimento associado à implementação de medidas de eficiência energética. Isso oferece uma compreensão mais ampla da viabilidade econômica dessas iniciativas. No campo ambiental, a análise se estende ao uso de recursos naturais e às emissões relacionadas à produção de latas. O estudo propõe soluções sustentáveis como parte de uma estratégia para adotar práticas ambientalmente responsáveis. Por fim, a responsabilidade social da indústria é discutida, com foco no impacto não apenas dentro da empresa, mas também na comunidade local, considerando iniciativas que atendam às expectativas de responsabilidade social corporativa.

Palavras-chave: Eficiência energética; Impactos econômicos; Sustentabilidade; ISO 50001.

ABSTRACT

This monograph presents an analysis of energy efficiency in the packaging industry, focusing on can production. The study begins with a detailed review of the production process, which includes stages such as stamping, coating, painting and assembly. Each of these stages is examined in terms of electrical energy consumption, with the aim of identifying areas for improvement. The work proposes solutions to optimize energy efficiency at different stages of production, exploring viable technological alternatives to reduce energy consumption in important equipment, such as presses, ovens, coating machines and lighting systems. The implementation of these improvements seeks not only to reduce energy consumption, but also to promote more sustainable operations in the long term. A relevant aspect addressed is the application of the ISO 50001 standard as part of the industry's energy management system. The study explores how the Plan-Do-Check-Act (PDCA) approach, recommended by the standard, has been implemented in practice. Results from the application are discussed, demonstrating the efficiency of the standard in energy management and its operational and economic benefits. From an economic perspective, the work includes a financial analysis that goes beyond the initial costs, examining the return on investment associated with the implementation of energy efficiency measures. This provides a broader understanding of the economic viability of these initiatives. In the environmental field, the analysis extends to the use of natural resources and emissions related to the production of cans. The study proposes sustainable solutions as part of a strategy to adopt environmentally responsible practices. Finally, the social responsibility of the industry is discussed, focusing on the impact not only within the company but also on the local community, considering initiatives that meet the expectations of corporate social responsibility.

Keywords: Energy efficiency; Economic impacts; Sustainability; ISO 50001.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Latas de alumínio.	21
Figura 2 – Planta Fabril das embalagens de latas.	22
Figura 3 – Manuseio de bobinas.	23
Figura 4 – Tombador Perfecto.	24
Figura 5 – Coil Car Perfecto.	24
Figura 6 – Loop Stands Perfecto.	25
Figura 7 – Cupper Minster DynaForm.	26
Figura 8 – Copo pós batida Cupper.	27
Figura 9 – Copo no transportador pressurizado.	27
Figura 10 – Bodymaker.	28
Figura 11 – Lata pós Bodymaker.	28
Figura 12 – Trimmer.	29
Figura 13 – Cortador do Trimmer.	29
Figura 14 – Antes e Depois do Trimmer.	29
Figura 15 – Can Washer.	30
Figura 16 – Lata contaminada.	31
Figura 17 – Lata lavada na Can Washer.	31
Figura 18 – Concord Decorator.	32
Figura 19 – Lata pós Decorator.	32
Figura 20 – Pin Oven.	33
Figura 21 – Corrente pinada.	34
Figura 22 – Bancada de Aplicadores de Verniz.	35
Figura 23 – Pistola em aplicação do verniz.....	36
Figura 24 – Forno de cura do verniz interno.	36
Figura 25 – Formador do Pescoço da lata.	37
Figura 26 – Formação do Pescoço.	37
Figura 27 – Forma do Pescoço da lata.	38
Figura 28 – Lâmpada e Planta.	40
Figura 29 – Reciclagem de latas.	42
Figura 30 – Princípios gerais e orientações.	48
Figura 31 – Ciclo de gestão de processos PDCA.	49
Figura 32 – Ambiente de coletas de dados de consumo de energia elétrica.....	55

Figura 33 – Layout do recebimento e distribuição de energia.	56
Figura 34 – Sala QBGT.	57
Figura 35 – Planta Baixa dos barramentos e linhas de cabo.	58
Figura 36 – Medidor Schneider Electric PowerLogic PM5300.	60
Figura 37 – Medidores instalados no painel de Baixa tensão.	62
Figura 38 – Medidor de gás Elster.	62
Figura 39 – Compressor Kaeser.	63
Figura 40 – Cubículo Blindados de Média Tensão.	64
Figura 41 – Consumo medido pela concessionária 06/23 a 12/23.	66
Figura 42 – Consumo por milheiro 06/23 a 12/23.	66
Figura 43 – Rateio de energia médio 2/2023.	67
Figura 44 – Consumo medido diário de Gás GLP 01/06/23 a 05/06/23.	69
Figura 45 – Média do consumo Gás GLP 06/23 a 12/23.	69
Figura 46 – Consumo medido dos compressores 06/23 a 12/23.	71
Figura 47 – Histórico de Demanda.	71
Figura 48 – Linha de Demanda.	72
Figura 49 – Esteira de entrada e saída do Necker permitindo funcionar.	74
Figura 50 – Esteira de entrada e saída do Necker permitindo motores funcionar.	75
Figura 51 – Lógica de partida dos aparelhos de ar-condicionado.	75
Figura 52 – Consumo medido pela concessionária 01/23 a 5/23.	77
Figura 53 – Consumo medido pela concessionária 01/24 a 5/24.	77
Figura 54 – Linha de tendência do Consumo medido 01/23 a 5/24.	78
Figura 55 – Imageador Acústico Fluke.	79
Figura 56 – Vazamento ar comprimido engate rápido LSM.	80
Figura 57 – Vazamento ar comprimido forno.	80
Figura 58 – Vazamento ar comprimido na mangueira da válvula.	81
Figura 59 – Vazamento no acoplamento roscado de uma válvula.	81
Figura 60 – Vazamento ar comprimido engate rápido no transportador.	81
Figura 61 – Vazamento do tipo roscado tubulações.	82
Figura 62 – Esteira de entrada e saída do Necker permitindo acionar solenoide de ar.	83
Figura 63 – Consumo dos compressores 06/23 a 5/24.	83
Figura 64 – Comando para Pin Oven entrar em modo espera.	84
Figura 65 – Consumo Gás médio por mês 06/23 a 5/24.	85
Figura 66 – Acompanhamento instantâneo da Demanda.	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelos Tombadores Perfecto.	24
Tabela 2 – Modelos carros de bobina Perfecto.	24
Tabela 3 – Requisitos de energia da Fábrica.	56
Tabela 4 – Distribuição dos medidores.	61
Tabela 5 – Consumo medido dos compressores da planta mês 06/23.	70
Tabela 6 – Resumo de Fugas.	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SEB	Sistema Elétrico Brasileiro
ISO	Organização Internacional para Padronização.
PDCA	Plan-Do-Check-Act (Planejar – Fazer – Checar – Agir). SEB
SPM	Batidas por minuto.
CPM	Copos por minuto.
IHM	Interface Homem-Máquina.
EPE	Empresa de Pesquisa Energética.
SGEn	Sistema de Gestão de Energia.
PEE	Programa de Eficiência Energética.
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica.
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem.
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.
PROCEL	Programa de Conservação de Eletricidade.
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural.
GEE	Gases de efeito estufa.
AIE	Agência Internacional de Energia.
RSC	Responsabilidade Social Corporativa.
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica.
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética.
IEI	Iniciativa internacional de energia.
PROESCO	Apoio a Projetos de Eficiência Energética.
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.
CICEs	Comissões Internas de Conservação de Energia.
MPME	Micros, Pequenas e Médias Empresas.
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.
CNI	Confederação Nacional da Indústria.
ESCOs	Empresa de serviços de conservação de energia.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
NBR	Norma Brasileira.
IDE	Indicadores de desempenho energético.
LBE	Linhas de base energética.
QGBT	Quadro geral de baixa tensão.

SÚMARIO

Capítulo 1	16
Introdução	16
1.1 Considerações Iniciais	16
1.2 Estrutura do Trabalho	18
Capítulo 2	20
Produção de Latas de Alumínio.	20
2.1 Aspectos Gerais	19
2.2 Desenvolvimento Tecnológico na Produção de Latas.	20
2.3 Processo Produtivo.	22
2.3.1 Manuseio de Bobinas.	23
2.3.2 Sistema de copos.	26
2.3.3 Sistemas Transportadores de copos.	27
2.3.4 Bodymaker/ Trimmers.	28
2.3.5 Can Washer.	30
2.3.6 Decorator/Pin Oven.	31
2.3.7 Inside Spray.	34
2.3.8 Inside Back Oven.	36
2.3.9 Necker.	37
Capítulo 3	39
Otimização do Consumo de Energia.....	39
3.1 Gerenciamento do Uso de Energia.	39
3.2 Responsabilidade Ambiental.	41
3.3 Responsabilidade Social Corporativa.	42

Capítulo 4	44
Implementação da Norma ISO 50001.	44
4.1 Referencial Teórico.	44
4.2 ABNT NBR ISO 50001: 2018.	47
4.2.1 Passo 1 – Analisar o Contexto da Organização.	49
4.2.2 Passo 2 – Planejar e Estabelecer Objetivos e Metas Energéticas (PLAN).	50
4.2.3 Passo 3 – Gerenciar o Uso e Consumo de Energia (DO).	51
4.2.4 Passo 4 – Monitorar o Desempenho e Melhorias (CHECK).	52
4.2.5 Passo 5 – Tomar Decisões e Buscar Melhoria contínua (ACT).....	53
Capítulo 5	54
Resultados e Considerações.	54
5.1 Mapeamento de Consumo de Energia.	56
5.1.1 Layout Recebimento/ Distribuição.	56
5.1.2 Quadro de Distribuição Principal de Baixa Tensão (BT).	56
5.1.3 Quadros de Distribuição Secundários.	57
5.1.4 Barramentos e Linhas de Cabos.	57
5.2 Registro de Dados de Consumo.	59
5.2.1 Instalação de Medidores de Consumo Elétrico Da Planta.	60
5.2.2 Medidores Analógico de Consumo Gás GLP.	62
5.2.3 Medidores de Consumo Ar Comprimido.	63
5.2.4 Medidor de Demanda.	64
5.3 Análise e Interpretação dos Dados.	65
5.3.1 Dados Medidos do Consumo da Planta.	66
5.3.2 Dados Coletados dos Medidores de Gás GLP da Planta.	68
5.3.3 Dados Coletados dos Medidores dos Compressores.	70
5.3.4 Dados Coletados no Medidor de Demanda da Planta.	71
5.4 Ações Implementadas.	73

5.4.1 Redução do Consumo de Energia Elétrica.	74
5.4.1.1 Partida e Parada das Máquinas.	74
5.4.1.2 Partida e Parada dos Motores.	74
5.4.1.3 Melhoria na Climatização do QGBT.	75
5.4.1.4 Consumo Elétrico Após o Trabalho Desenvolvido.....	76
5.4.2 Redução do Consumo de Ar Comprimido.	78
5.4.2.1 Vazamentos de ar.	79
5.4.2.2 Intertravamento das Válvulas Solenoides.	83
5.4.3 Redução do Consumo de Gás GLP.	84
6. Conclusões.	86
7. Projetos Futuros.	87
7.1 Estudo de Redução de Demanda.	87
7.2 Treinamentos e Sensibilização dos Colaboradores.	88
7.3 Expansão do Uso de Energias Renováveis.	89
Referências.	91

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O crescimento populacional, juntamente com as mudanças nos hábitos da população recentemente, tem ampliado o consumo e, como resultado, causado desafios para o SEB (Sistema Elétrico Brasileiro) encarregado do fornecimento de energia elétrica. A juntar-se ao aumento da demanda, a utilização inadequada dos recursos energéticos acentua o problema do desperdício de uma parcela significativa da energia gerada nos estágios finais dos processos.

No entanto, os programas de eficiência energética mais conhecidos, como o Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), são amplamente voltados para os consumidores residenciais e comerciais. O Procel promove o uso consciente de energia nesses setores por meio de certificações de equipamentos, campanhas de conscientização e incentivos, mas acaba deixando o setor industrial, que possui uma demanda energética muito maior, em segundo plano. Outro exemplo é o Programa de Eficiência Energética da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), que também prioriza ações voltadas para residências e comércio. Embora ofereça algumas oportunidades para o setor industrial, a abrangência das ações ainda é limitada em relação ao impacto que poderia ser gerado nesse segmento.

Além disso, a adoção de normas internacionais como a ISO 50001, voltada para a gestão de energia, vem ganhando espaço no setor industrial. Essa norma busca estabelecer práticas que permitam uma gestão mais eficiente do consumo energético. Entretanto, sua aplicação no Brasil ainda é restrita, e o setor industrial carece de maior incentivo para aderir de forma ampla.

Apesar do avanço tecnológico e da modernização constante dos processos e equipamentos industriais, a questão da conservação de energia ainda é muitas vezes deixada em segundo plano. Isso ocorre porque o foco principal da indústria continua sendo a garantia da produtividade e a manutenção das margens de lucro. No entanto, a adoção de práticas que promovam a eficiência energética é essencial para a sustentabilidade a longo prazo. O uso eficiente de energia não só reduz custos operacionais, mas também melhora a competitividade da empresa, ao otimizar recursos e diminuir o desperdício.

A busca por eficiência energética na indústria de maneira geral se destaca como um imperativo estratégico e ético. Este trabalho visa explorar o cenário específico da produção de latas de alumínio, um segmento industrial significativo, onde a redução do consumo de energia emerge como uma prioridade incontestável para o setor financeiro da indústria.

O processo produtivo da indústria de latas abrange etapas críticas como estampagem, revestimento, pintura e montagem. Nesse cenário, o consumo de energia elétrica é fundamental, afetando diretamente a operação de equipamentos essenciais, como prensas, fornos, máquinas de revestimento e sistemas de iluminação. A redução desse consumo representa não apenas um desafio técnico, mas uma oportunidade significativa para aprimorar a sustentabilidade operacional.

A indústria desempenha um papel vital no desenvolvimento econômico, mas também enfrenta desafios ambientais e pressões sociais crescentes. É importante considerar as implicações ambientais do processo produtivo e a responsabilidade social das indústrias. Em um mundo onde a sustentabilidade é central, as empresas precisam minimizar seu impacto ambiental e atender às expectativas sociais.

Nesse contexto, a implementação da norma ISO 50001 emerge como uma ferramenta essencial no sistema de gestão de energia. Ao adotar a abordagem Plan-Do-Check-Act (PDCA) proposta pela norma, a empresa busca atender aos requisitos regulatórios e estabelecer uma cultura organizacional focada na melhoria contínua da eficiência energética. A norma oferece um quadro estruturado para identificar, avaliar e implementar práticas que visam a conformidade e a excelência na gestão de energia.

Em suma, estas considerações iniciais estabelecem o pano de fundo para uma análise aprofundada sobre a eficiência energética na indústria de latas de alumínio. Ao abordar a necessidade de redução do consumo de energia, as implicações ambientais e sociais, e a implementação da norma ISO 50001, delineamos um panorama que busca integrar práticas sustentáveis no cerne do processo produtivo, alinhando a indústria com as demandas contemporâneas de responsabilidade ambiental e social.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado conforme descrito:

- Capítulo 1 – Introdução.
- Capítulo 2 – Produção de Latas de Alumínio.
- Capítulo 3 – Otimização do Consumo de Energia.
- Capítulo 4 – Implementação da Norma ISO 50001
- Capítulo 5 – Resultados e Considerações
- Capítulo 6 – Conclusões
- Capítulo 7 – Projetos Futuros
- Referências

O capítulo 2 analisa o processo produtivo da indústria de latas de alumínio, destacando os principais pontos de consumo energético. A contextualização desse cenário fornece percepções sobre os desafios enfrentados pela indústria em relação à eficiência energética.

O capítulo 3 discute os desafios técnicos, operacionais e econômicos associados à otimização do consumo de energia na indústria de latas de alumínio. A análise revela as barreiras enfrentadas e as estratégias implementadas para superá-las, oferecendo uma visão clara das medidas adotadas. Também foi realizado um estudo do consumo energético, acompanhando gráficos de medidores especializados. O rateio de energia foi analisado, proporcionando uma visão dos desafios enfrentados e das estratégias utilizadas, explora também o impacto ambiental do processo produtivo e as práticas adotadas pela indústria para cumprir suas responsabilidades sociais. A análise destaca como a indústria enfrenta questões ambientais e responde às expectativas sociais, considerando a importância da sustentabilidade.

O capítulo 4 concentra-se na implementação da norma ISO 50001 na indústria de latas de alumínio. A abordagem PDCA é examinada, revelando como essa norma influenciou a gestão de energia e a busca por eficiência. Os resultados e benefícios observados são discutidos nesta análise.

O capítulo 5 apresenta os resultados obtidos com a implementação das estratégias de eficiência energética na indústria de latas de alumínio. Além disso, projeta-se o futuro da eficiência energética, considerando desafios e oportunidades sendo necessário analisar as tendências que afetam a indústria. As inovações tecnológicas, como automação e inteligência artificial, podem otimizar processos, reduzir desperdícios e aumentar a eficiência energética. A

adoção de sistemas de monitoramento em tempo real permite um controle do consumo energético e facilita a identificação de áreas que requerem melhorias.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE LATAS DE ALUMÍNIO

2.1 ASPECTOS GERAIS

Ao longo do século XX, as transformações sociais e econômicas moldaram os hábitos de consumo, exigindo embalagens mais leves e práticas. Nesse contexto, a necessidade de embalagens eficientes para bebidas começou a ganhar destaque (SUSTENTABLE, D).

O surgimento das latas de alumínio como alternativa às embalagens tradicionais foi impulsionado pela busca por soluções mais leves e duráveis. Nas décadas de 1950 e 1960, as latas de alumínio destacaram-se como uma opção viável para a indústria de bebidas, oferecendo peso reduzido e maior potencial reciclável.

Essa transição foi marcada por inovações nos processos de estampagem, revestimento e fabricação das latas. O desenvolvimento tecnológico permitiu uma produção eficiente, contribuindo para a popularização das latas de alumínio como escolha preferencial para embalagens de bebidas.

A evolução do consumo ao longo das décadas, aliada à praticidade e ao apelo das latas, resultou em sua ampla aceitação pelo público. A indústria de latas de alumínio cresceu de forma rápida, adaptando-se às demandas do mercado e promovendo uma mudança na forma como as bebidas são embaladas e consumidas. Atualmente, a indústria de latas de alumínio continua a evoluir, impulsionada por tendências contemporâneas. Iniciativas de sustentabilidade, design e adaptação às preferências dos consumidores desempenham um papel importante. Essas tendências refletem a busca por eficiência energética e demonstram o compromisso da indústria em adotar práticas sustentáveis (ABRALATAS).

2.2 DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NA PRODUÇÃO DE LATAS

A indústria de produção de latas de alumínio passou por uma transformação impulsionada por avanços tecnológicos. Esse progresso aprimorou a eficiência operacional e influenciou a qualidade e a sustentabilidade do produto.

A estampagem testemunhou avanços. Máquinas de estampagem mais precisas permitiram moldar o alumínio de maneira rápida, resultando em latas leves e resistentes. Esse desenvolvimento otimizou a produção e contribuiu para a redução do consumo de energia por unidade produzida. O aprimoramento dos revestimentos internos das latas protegeu o conteúdo contra interações indesejadas com o alumínio e estendeu a vida útil do produto. Esses revestimentos são importantes para preservar o sabor e a qualidade das bebidas embaladas.

Os processos de fabricação foram otimizados com a introdução de automação e tecnologias. Máquinas modernas, controladas por sistemas, garantem uma produção rápida e precisa. Essa automação aumenta a eficiência e contribui para a consistência na fabricação das latas. A reciclabilidade das latas de alumínio foi aprimorada. Métodos eficientes de reciclagem foram introduzidos, alinhando-se às crescentes demandas por práticas sustentáveis. O foco na reciclabilidade beneficia o meio ambiente e reforça a posição das latas de alumínio como uma escolha ecologicamente correta.

A integração de sistemas inteligentes de monitoramento e controle marcou outra fase do desenvolvimento tecnológico. Sensores e algoritmos monitoram o desempenho das máquinas em tempo real, possibilitando ajustes para otimização. Essa abordagem contribui para uma gestão eficaz da produção. Além dos aspectos técnicos, o design das latas de alumínio foi influenciado pelo desenvolvimento tecnológico. A incorporação de aberturas fáceis, fechamentos herméticos e designs atraentes atende às preferências dos consumidores e reflete inovações que tornam a experiência do usuário mais conveniente (MUNDOLATAS).

O desenvolvimento tecnológico na produção de latas de alumínio otimizou processos e elevou os padrões de qualidade, sustentabilidade e eficiência energética na indústria. Esses avanços continuam a impulsionar a evolução dessa forma de embalagem, alinhando-a às expectativas de consumidores e padrões industriais, a Figura 1 apresenta as latas na linha de produção.



Figura 1 – Latas de alumínio Fonte: [Stolle].

A integração de conceitos da Indústria 4.0 e a automação avançada são componentes dessa revolução tecnológica. Sensores e dispositivos inteligentes coletam dados em tempo real, permitindo análises e tomar decisões rápidas. Essa abordagem aprimora a eficiência operacional e prepara o terreno para uma produção mais flexível e adaptável às demandas do mercado.

2.3 PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo das latas de alumínio é uma jornada delicada que envolve diversas etapas, cada uma desempenhando um papel fundamental na criação do produto. Exposto na Figura 2.

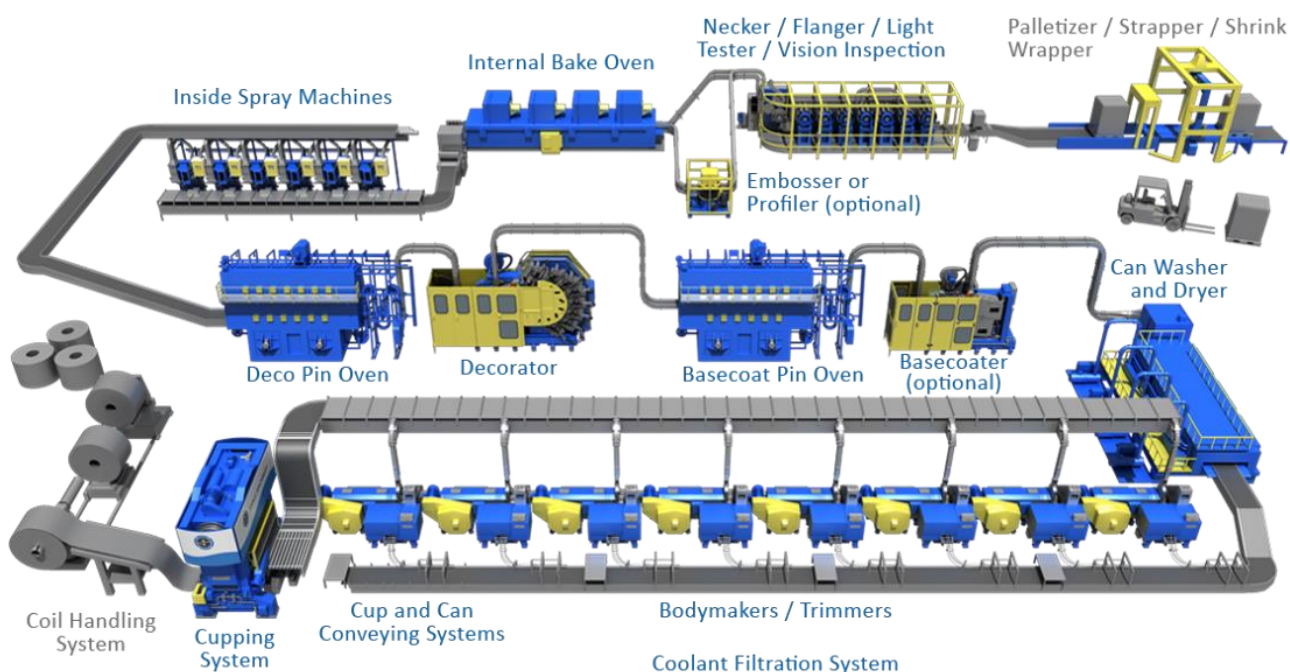


Figura 2 – Planta Fabril das embalagens de latas: Fonte: [Stolle].

A introdução de sistemas de controle de qualidade em tempo real representa um marco. Sensores e câmeras monitoram continuamente a integridade da lata, permitindo a identificação e correção imediata de qualquer anomalia.

A automação robótica desempenha um papel importante em instalações modernas. Robôs especializados assumem tarefas como transporte, inspeção visual e montagem, aumentando a eficiência e reduzindo a intervenção humana em tarefas repetitivas.

Em sintonia com preocupações ambientais, a indústria de latas de alumínio adotou práticas sustentáveis. Isso inclui a implementação de processos eficientes em termos de energia, a reciclagem de resíduos de produção e a pesquisa por materiais ecológicos.

Essas melhorias no processo produtivo destacam o compromisso da indústria em produzir latas de alumínio com qualidade e de maneira sustentável. Essa integração de tecnologia e práticas sustentáveis reflete a busca por excelência em todas as fases do processo de produção.

2.3.1 MANUSEIO DE BOBINAS (COIL HANDLING SYSTEM)

O sistema de manuseio de bobinas, conhecido como Coil Handling System, desempenha um papel crucial na produção eficiente de latas de alumínio. Neste subtema, explora-se a importância e o funcionamento desse sistema, essencial para o sucesso da indústria de latas.

O Coil Handling System apresentado na Figura 3, é responsável por gerenciar e manipular as bobinas de alumínio, que servem como matéria-prima para a fabricação das latas. Este sistema garante uma alimentação contínua e precisa das bobinas para as diferentes etapas do processo produtivo, desde a desbobinagem até a conformação final das latas [2].



Figura 3 – Manuseio de bobinas: Fonte: [Perfecto].

Sua eficiência e precisão são fundamentais para evitar desperdícios de material e assegurar a qualidade consistente das latas produzidas. Além disso, contribui para a segurança dos trabalhadores, automatizando tarefas de manipulação de cargas pesadas e reduzindo a exposição a riscos ocupacionais.

1. **Upenders** (“Tombador”, em uma tradução literal), Os Upenders de bobina Perfecto giram a bobina em 90° e a carregam no mandril da bobina, permitindo que você oriente uma bobina para alimentação da prensa em apenas 60 segundos, minimizando o tempo de inatividade, a Tabela 1 e a Figura 4 apresentam os modelos de tombadores.

Modelo	Capacidade máxima (Libras)
UCN10 Upender	10000
UCN30 Upender	30000

Tabela 1 – Modelos Tombadores: Fonte [Perfecto].

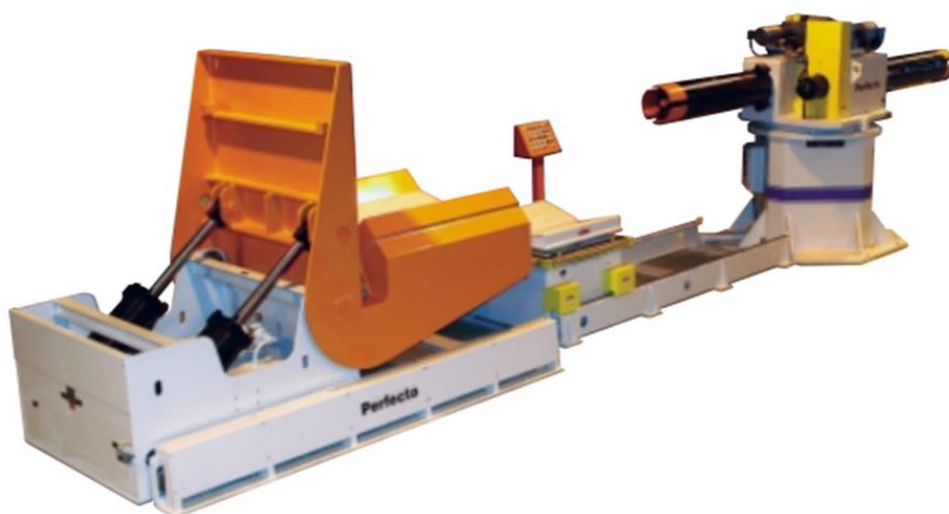


Figura 4 –Tombador Perfecto: Fonte: [Perfecto].

2. **Coil Car** (“Carro de bobina”, em uma tradução literal), O carro de bobina Perfecto movidos hidraulicamente move a bobina com segurança para a posição de carga, elevam-na à altura adequada e colocam-na na bobina. Um deck rotativo em "V" opcional em carros de bobina permite que a bobina seja girada em 360° para alinhar a bobina para o carregamento adequado na bobina, a Tabela 2 e a Figura 5 apresentam os modelos de carros de bobina.

Modelo	Capacidade máxima (Libras)
LC30 Coil Car	30000
LC60 Coil Car	60000

Tabela 2 – Modelos carros de bobina: Fonte: [Perfecto].
Fonte [2]



Figura 5 – Coil Car Perfecto: Fonte: [Perfecto].

3. **Loop Stands** (“Suporte de laço”, em uma tradução literal), como apresentado na Figura 6, os suportes de loop Perfecto usam inversores de frequência de velocidade variável controlados por um laser que monitora e mantém um loop de bobina preciso para nossas alimentações mecânicas e servo. A catenária é revestida para proteger o material da bobina. Os suportes de laço estão disponíveis nos estilos dobrável ou fixo.



Figura 6 – Loop Stands: Fonte: [Perfecto].

2.3.2 SISTEMA DE COPOS (CUPPING SYSTEM)

A qualidade na produção de latas é crucial e depende fortemente dos sistemas de copos utilizados. A Stolle é reconhecida por sua tecnologia avançada nesse campo, oferecendo soluções que priorizam eficiência e confiabilidade.

1. **Cupper** (“Formador de copos”, em uma tradução literal), é uma máquina de copos da Stolle que foi projetada para atender às demandas da indústria, tanto para latas de bebidas quanto para alimentos. Eles são capazes de operar em alta velocidade, com a *Minster DynaForm Cupper* (“Formador de copos”, em uma tradução literal) atingindo velocidades superiores a 300 SPM (Batidas/min), tornando-se uma opção atraente para plantas de alta produção, na Figura 7 exibe a Cupper.

Flexibilidade é outra característica importante dos sistemas. Eles podem ser configurados de diferentes maneiras para atender às necessidades específicas de cada planta de produção [1].



Figura 7 – Cupper Minster DynaForm. Fonte [Stolle].

Dado que há 12 copos por batida e a DynaForm Cupper atinge uma velocidade de 300 batidas por minuto, a quantidade de copos por minutos é denominada pela sigla (CPM).

$$CPM_{Total} = 12 \times 360 = 3600 \quad (1)$$

Portanto, a DynaForm Cupper produz aproximadamente 3600 copos por minuto. Exemplo de Copo pós batida Cupper na Figura 8.



Figura 8 – Copo pós batida Cupper. Fonte [Stolle]

2.3.3 SISTEMAS TRANSPORTADORES DE COPOS (CAN CONVEYING SYSTEMS - CUPPING SYSTEM)

1. *Can Conveying Systems* (“Sistemas Transportadores de latas”, em tradução literal), como apresentado na Figura 9, os Sistemas Transportadores incluem mesas pressurizadas para descarga de copos, sistemas de recirculação dos copos, seção de alimentação para bodymaker.



Figura 9 – Copo no transportador pressurizado. Fonte [3].

2.3.4 BODYMAKER/ TRIMMERS (MOLDADOR DE LATAS/ APARADOR)

1. **Bodymaker** (“Formador de corpo da Lata”, em tradução literal). As Bodymakers são prensas horizontais especializadas são desenvolvidas para manter tolerâncias extremamente fechadas requeridas para corpos de latas produzidos e são robustamente construídas para fornecer um produto de qualidade dia após dia. Estão disponíveis em uma gama de comprimento de golpes tamanhos de pacotes de ferramentas para a produção de corpos de latas de alumínio e aço em tamanhos que vão desde pequenas latas de suco até pré-formas de garrafas de alumínio altas e latas de aerossol, na Figura 10 exibe a Bodymaker [1].



Figura 10 – Bodymaker. Fonte [Stolle]

A função é o estiramento da lata, onde ela é alongada, afinada e recebe o formato do fundo como mostrado na Figura 11. Esse procedimento é feito por meio de pressão [4].



Figura 11 – Lata pós Bodymaker. Fonte Próprio Autor

2. **Trimmer** (“Aparador”, em tradução literal). O Trimmer possui almofadas de latas estacionárias e cabeças de corte móveis que movem as facas para as latas, como exibido na Figuras 12 e 13. A parte inferior das latas permanece no mesmo alinhamento com a cúpula, o que permite um trabalho de atravessar mais simples e confiável. Essa tecnologia também torna muito mais simples alterar as alturas das latas – uma base deslizante permite que as 3 cabeças de corte sejam facilmente reposicionadas para diferentes alturas de lata, sem a necessidade de troca de peças.



Figura 12 – Trimmer. Fonte [Stolle]



Figura 13 – Cortador do Trimmer. Fonte [Stolle]

Na saída da prensa, as bordas superiores são aparadas para que todos os corpos fiquem da mesma altura. A máquina é projetada para aparar latas e pré-formas de garrafas de até 10" de altura. Uma roda estelar de vácuo exclusiva transfere positivamente as latas de alimentação para as almofadas de lata de vácuo que giram as latas à medida que são contatadas pelos cartuchos de acabamento [4]. A figura 14 apresenta a lata após passar por o aparador.



Figura 14 – Antes e Depois do Trimmer. Fonte Próprio Autor

2.3.5 CAN WASHER (LAVADORA DE LATAS)

Can Washer (“Lavadora de Latas”, em tradução literal). A máquina de vários estágios possui seções de lavagem, enxágue e tratamento, e pode ser configurada para atender a qualquer requisito de lavagem de latas, é apresentada na Figura 15. O sistema mais eficiente em termos de água e calor disponível para lavar, enxaguar e tratar latas de bebidas. Inclui vários recursos que podem incluir estágios adicionais de enxágue, estágios aquecidos, contrafluxos e refluxos.



Figura 15 – Can Washer. Fonte [1]

A água doce é introduzida na fase final de enxágue, onde as latas são as mais limpas, depois é filtrada e reciclada através das etapas anteriores. O óleo é removido da água por unidades coalescentes. Parte superior: Conjuntos de barras de pulverização e bocais superiores e inferiores Parte inferior: motor de bomba inteligente de alta eficiência Parte superior: Os trocadores de calor a placas são posicionados para fácil acesso e manutenção Inferior: Ajuste de ponto único de todos os bicos de sopro [7]. A Figura 16 apresenta como a lata entra e a Figura 17 depois como a lata deixa a Lavadora após passar por a lavagem.



Figura 16 – Lata contaminada. Fonte [Autor].



Figura 17 – Lata Lavada na Can Washer. Fonte [Autor].

2.3.6 DECORATOR/PIN OVEN (DECORADORA)

1. **Decorator** (“Decoradora”, em tradução literal), na Figura 18. São impressoras mais utilizadas para etiquetas multicoloridas em latas de bebidas, como mostra a Figura 19, chegando a operar a velocidades de mais de 2.000 latas por minuto usando registro remoto de imagens e controles de tinta, como mostrado na Figura 19. O uso de um mandril com facilidade para fazer mudanças rápidas no tamanho da lata é fundamental para melhorar a produtividade e reduzir a deterioração. Isso inclui os tinteiros automatizados injetora e o Registro Remoto, um sistema que permite que os cilindros da placa de impressão sejam registrados a partir de uma tela de controle IHM, em vez de manualmente.

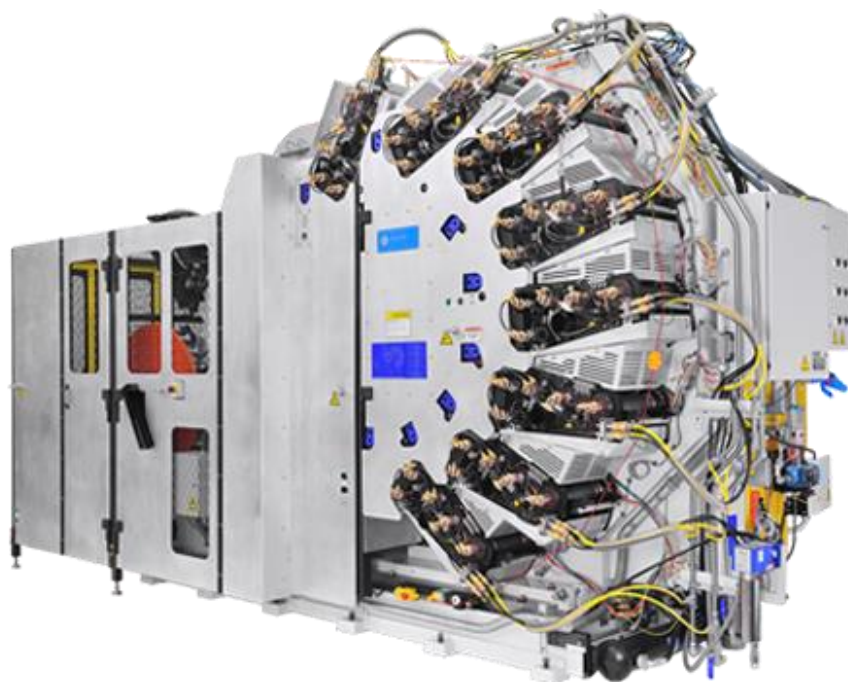


Figura 18 – Concord Decorator. Fonte [Stolle]



Figura 19 – Lata pós Decorator. Fonte Próprio Autor

2. **Pin Oven** (“Forno de cura”, em tradução literal), na Figura 20. O Forno faz a cura da tinta externa das latas, imediatamente após a saída da decoradora. Esse forno especialmente concebido, foi desenvolvido para secar tintas termoendurecíveis em menos de 10 segundos, com superior uniformidade de temperatura e estabilidade da lata durante sua passagem. Ventiladores de circulação de alta eficiência fornecem ar por meio de bocais em forma de “U” os quais seguem a sequência de serpentinas através da zona de aquecimento, que garante uma taxa de transferência de calor ideal e um baixo diferencial de temperatura entre as paredes laterais superiores e inferiores.



Figura 20 – Pin Oven. Fonte [Stolle]

Este forno de cura é localizado após a impressora de etiquetas e o envernizador na cúpula, a sua velocidade depende da velocidade da impressora uma vez que partilham a mesma cadeia de pinos. Este forno é chamado de forno de pinos por causa dos pinos que mantêm as latas em posição enquanto viajam através do forno, que por sua vez executa a cura da lata exterior. A Figura 21 apresenta a corrente de pinos que por sua vez é construída para suportar temperaturas extremas, alta tensão e variações de velocidade, mas ao mesmo tempo deve proporcionar estabilidade às latas à medida que viajam através do forno de pinos. O forno de parafuso tem uma inclinação típica de 13°, isto porque as latas são mantidas nos parafusos por gravidade, não há vácuo ou sistema de sucção para manter as latas nos parafusos durante a sua viagem dentro do forno.

Há pontos básicos a considerar na concepção de um forno de pinos: A estabilidade da lata no parafuso durante a sua viagem dentro da fornalha. Manuseamento de latas durante a sua viagem utilizando a força menos centrífuga. Minimizar o desperdício de latas, cumprindo a temperatura e o tempo de residência exigidos. Atingir a rampa de

temperatura desejada com uma eficiente transferência de calor. Uniformidade de temperatura em toda a lata, a norma industrial é de 200C° a 210C° em toda a lata. Existe apenas um forno de parafuso por impressora de latas; dependendo do tamanho e formato da lata, que será o desenho ou tamanho do forno de parafuso.

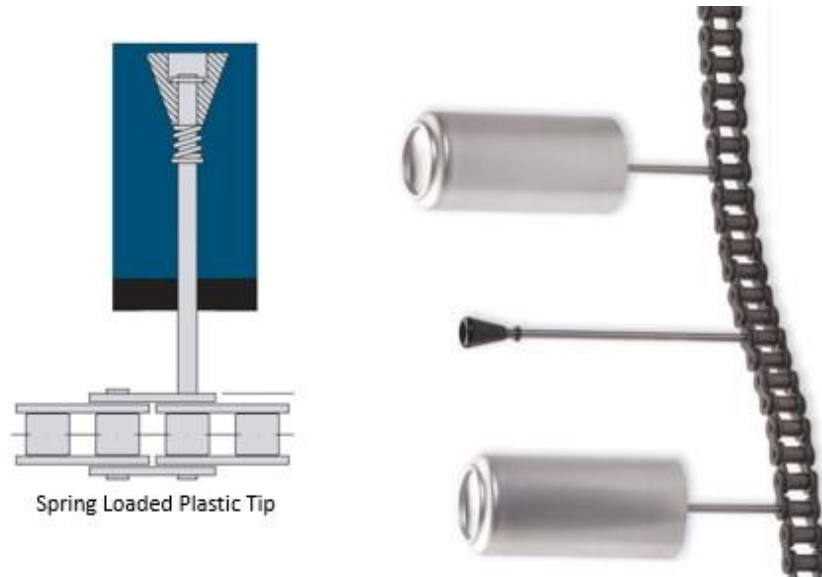


Figura 21 – Corrente pinada. Fonte: [MundoLatas].

2.3.7 INSIDE SPRAY (APLICADOR VERNIZ INTERNO)

Inside Spray (“Aplicação Interna”, em tradução literal) na Figura 22. Aplicação de Verniz é um revestimento à superfície interna dos corpos das latas de duas peças com alta velocidade e máxima eficiência de produção. As máquinas de pulverização interna estão disponíveis como adições de máquina única a uma linha existente ou como um projeto modular integrado com três a dez máquinas montadas em uma plataforma comum.

As mudanças de tamanho podem ser facilmente realizadas com um número mínimo de peças de troca e requerem apenas pequenos ajustes para levar as latas diretamente para o IBO. Uma integração completa do sistema de pulverização fornece um sistema de pulverização completo a partir de uma única fonte, sem os custos extras de envio e o potencial de problemas de escopo entre fornecedores, economizando dinheiro e tempo [6].

Eles são capazes de lidar com latas de alumínio ou aço em uma variedade de tamanhos a velocidades de até 350 latas por minuto. Os suportes para pistola oscilantes permitem fácil acesso aos bicos de pulverização para configuração e limpeza, e um mecanismo de travamento garante que os suportes da arma retornem à sua posição de configuração precisa.



Figura 22 – Bancada de Aplicadores de Verniz. Fonte: [1].

A aplicação tem a função de revestimento interno na lata de alumínio, através de um bico injetor de verniz, como na Figura 23, para evitar o metal exposto. O verniz é a base de água e protege a lata contra corrosão, garantindo a qualidade do líquido a ser envazado. O sistema é composto por seis máquinas distribuídas em série, cujo abastecimento de verniz é realizado por um tanque colocado na área externa da fábrica com controle de pressão e temperatura.

O Inside Spray trabalha juntamente com o forno de cura, responsável por realizar a secagem do verniz interno na lata. O verniz atualmente é utilizado em larga escala, pois possui alta flexibilidade, alta resistência a temperaturas e pressões elevadas, excelente performance em latas quentes e grande estabilidade. Além de ser recomendado para produtos lácteos, isotônicos, sucos e produtos que possuem alta concentração de álcool [6].



Figura 23 – Pistola em aplicação do verniz. Fonte: [6].

2.3.8 INSIDE BACK OVEN (FORNO DE VERNIZ INTERNO)

IBO - (Inside Back Oven), (“Forno de verniz interno final”, em tradução literal), apresentado na Figura 24. O Forno IBO cura o revestimento interno à base de água de latas de bebidas depois de serem descarregadas pelas Máquinas Aplicadoras de Verniz. O forno também finaliza a cura da tinta e verniz na parte externa das latas, resultando em latas totalmente curadas que estão prontas para as etapas finais de produção. O Forno possui uma configuração de 3 zonas (mais uma zona de resfriamento opcional) que permite total flexibilidade no processo de cura, queimadores a gás de última geração que reduzem o consumo de energia e tem uniformidade de +/- 220°C.



Figura 24 – Forno de cura do verniz interno. Fonte: [7].

2.3.9 NECKER (FORMADOR DO PESCOÇO)

Necker, (“Pescoço”, em tradução literal), na Figura 25. A fase final do processo de fabricação ocorre no necker, onde o "pescoço" e o contorno da borda da lata (flange) são moldados para a subsequente aplicação da tampa. Esse procedimento é realizado em 14 etapas, durante as quais ocorre a redução gradual do diâmetro da parte superior da lata, sendo a formação do flange a etapa final. Essa técnica visa reduzir o diâmetro da tampa, resultando em uma economia de matéria-prima e, por conseguinte, uma diminuição do custo de produção da embalagem.



Figura 25 – Formador do Pescoço da lata. Fonte: [8].

O deslocamento da lata em direção às ferramentas é facilitado por um punção, evitando assim o colapso da mesma, mediante a injeção de ar comprimido em seu interior. Enquanto a ferramenta interna é móvel, a externa permanece estática. O contato com a ferramenta externa provoca uma mudança na trajetória do topo da lata. Posteriormente, ao entrar em contato com a ferramenta interna, ocorre outra alteração na direção, induzindo o metal a seguir pelo espaço entre as ferramentas como na Figura 26 e formando o pescoço da lata como na Figura 27.

O dimensionamento adequado do espaço entre as ferramentas é crucial nesse estágio. Se for excessivamente amplo em relação à espessura do metal, podem surgir rugas no pescoço da lata; se for muito estreito, existe o risco de arranhões no pescoço ou até mesmo seu colapso.

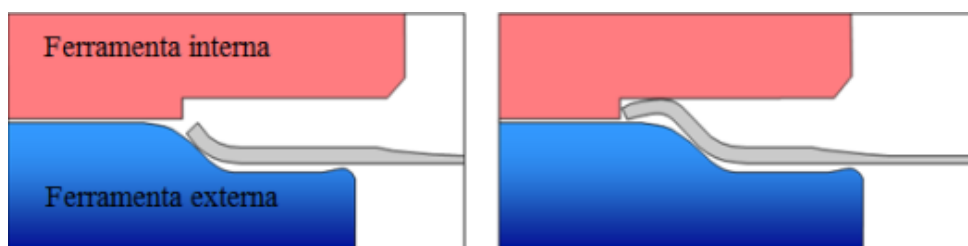


Figura 26 – Formação do Pescoço. Fonte: [9].

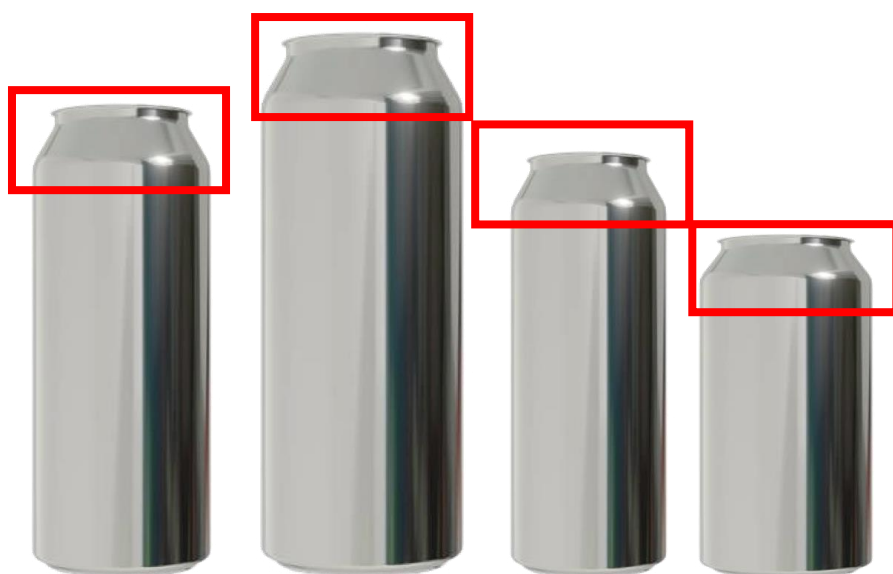


Figura 27 – Forma do Pescoço da lata. Fonte: [8].

CAPÍTULO 3

OTIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

3.1 GERENCIAMENTO DO USO DE ENERGIA

A otimização do consumo de energia na indústria é um desafio constante que busca equilibrar a necessidade de aumentar a eficiência energética com a mitigação dos impactos ambientais e sociais. A indústria, sendo um dos maiores consumidores de energia no Brasil, representa cerca de 40% do consumo energético do país, conforme dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Desde o início da pandemia de covid-19 em 2020, essa demanda aumentou significativamente, evidenciando a importância de estratégias eficazes para o uso racional de energia [SEBRAE].

A empresa em estudo tem trabalhado para equilibrar o consumo de energia e a redução dos impactos ambientais, um desafio considerando seu papel como uma das principais na produção de latas de alumínio. O aumento da demanda energética desde 2020 destacou ainda mais a importância de estratégias eficientes no uso de energia .

Um dos pontos a ser abordado é a capacitação dos colaboradores. A empresa reconhece a importância de treinamento contínuo para que os profissionais adquiram habilidades necessárias na aplicação de práticas de eficiência energética. Outro ponto é a comunicação entre os departamentos, que deve ser aprimorada para garantir a implementação eficiente das políticas de gestão de energia. Alinhar os setores envolvidos é fundamental para o sucesso das iniciativas.

A padronização de critérios operacionais é uma área de atenção para garantir que as medidas adotadas sejam consistentes. O comprometimento da alta administração é outro aspecto importante, sendo necessário apoio para direcionar os recursos e promover melhorias no consumo de energia. A resistência a mudanças operacionais também pode ocorrer, sendo relevante promover ações que conscientizem os colaboradores sobre a importância da eficiência energética.

A empresa também avalia a alocação de recursos financeiros para a implementação de novas tecnologias e práticas de eficiência energética. Investimentos adequados são necessários para continuar avançando em melhorias nos processos de consumo de energia.

A eficiência energética é vista como uma forma de otimizar o uso dos recursos, reduzir custos operacionais e melhorar o desempenho. O uso racional da energia contribui para a preservação dos recursos e para a redução de impactos ambientais. Essa abordagem está alinhada às metas da empresa de produzir de forma mais eficiente, aproveitando as oportunidades oferecidas por programas como o Programa de Eficiência Energética (PEE) da Aneel e outras iniciativas governamentais.



Figura 28 – Lâmpada e Planta. Fonte: [14].

A empresa tem implementado iniciativas voltadas para a eficiência energética, buscando otimizar o consumo sem comprometer suas operações. Para isso, é fundamental estabelecer critérios operacionais que garantam a execução do Sistema de Gestão de Energia (SGEn). A definição de normas e procedimentos que possam ser seguidos por toda a equipe facilita a manutenção dessas práticas ao longo do tempo.

Uma das estratégias adotadas envolve o engajamento dos colaboradores, promovendo treinamentos que buscam conscientizar a equipe sobre a importância de práticas mais eficientes no uso de energia. A participação de todos os níveis da empresa é essencial para o sucesso dessas ações. O apoio da gestão é igualmente importante, garantindo que os recursos necessários sejam direcionados para a continuidade das iniciativas de eficiência energética.

Investimentos em tecnologias que otimizam o uso de energia têm sido realizados de acordo com as condições da empresa. O foco é na melhoria contínua de processos que visam reduzir o impacto ambiental e os custos operacionais relacionados ao consumo de energia.

No contexto brasileiro, a empresa também observa os programas governamentais, como o Programa de Eficiência Energética (PEE) da Aneel e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do Inmetro. Essas iniciativas são consideradas ao longo das decisões estratégicas

relacionadas à eficiência energética, alinhando as operações da empresa com as práticas recomendadas pelo setor.

O uso racional de energia tem se mostrado essencial para a empresa, permitindo a redução dos custos de produção e contribuindo para a sustentabilidade das operações. Ao longo de sua trajetória, a empresa tem buscado formas de melhorar continuamente seus processos energéticos, promovendo avanços que se refletem em maior eficiência e menor impacto ambiental.

3.2 RESPONSABILIDADE AMBIENTAL

A empresa estudada vem adotando uma série de iniciativas voltadas à sustentabilidade e à redução de impactos ambientais. Uma das principais ações implementadas é o investimento em tecnologias para otimizar o consumo de energia, como a instalação de sistemas de monitoramento em tempo real e a automação de processos industriais, visando maior controle e eficiência. Por exemplo, a empresa incorporou sensores para ajustar automaticamente a demanda energética de seus equipamentos, reduzindo o consumo em momentos de baixa operação [14].

Outro exemplo é a transição gradual para fontes de energia renovável. A empresa tem investido em painéis solares para gerar parte da energia utilizada em suas operações, o que contribui para a redução da dependência de fontes fósseis, como o gás natural. Além disso, há um foco na eficiência hídrica, com a reciclagem de água utilizada no processo de resfriamento de máquinas, reduzindo o consumo de água potável.

A reciclagem de resíduos de alumínio, como na Figura 29, também é uma prática em destaque. Todo o material descartado no processo de fabricação das latas é recolhido, processado e reintegrado à linha de produção. Essa prática, além de reduzir a necessidade de matéria-prima nova, diminui significativamente o volume de resíduos que seria enviado a aterros.

Além das iniciativas internas, a empresa participa de programas de compensação de carbono, investindo em projetos de reflorestamento e preservação ambiental. Essas ações estão alinhadas com as metas globais de redução de emissões de gases de efeito estufa e mostram um comprometimento com a sustentabilidade a longo prazo.

Essas práticas exemplificam como a empresa está enfrentando os desafios ambientais de forma prática e eficiente, ao mesmo tempo em que mantém seu compromisso com a melhoria contínua e a adaptação a regulamentações ambientais mais rigorosas.



Figura 29 – Reciclagem de latas. Fonte: [15].

A responsabilidade social é um conceito vital no mundo contemporâneo, refletindo o compromisso de indivíduos, organizações e instituições em contribuir para o bem-estar da sociedade. Esse compromisso vai além dos interesses próprios, abrangendo as consequências de suas ações sobre a comunidade, o meio ambiente e outros membros da sociedade.

Se manifesta em várias dimensões, incluindo ações individuais, engajamento corporativo, iniciativas governamentais, práticas organizacionais, preocupações ambientais e influências culturais. Cada uma dessas dimensões desempenha um papel crucial na construção de uma sociedade mais equitativa e sustentável [16].

3.3 RESPONSABILIDADE SOCIAL CORPORATIVA

A Responsabilidade Social Corporativa (RSC) envolve práticas que visam promover o bem-estar social e ambiental além do lucro econômico. As iniciativas de RSC reconhecem que o sucesso de uma organização está vinculado ao bem-estar das comunidades e do meio ambiente em que atua [GESTÃO PRO].

No contexto da eficiência energética, a empresa se empenha em adotar práticas que minimizem impactos negativos, priorizando a redução de emissões e a conservação de recursos naturais. A implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGEn) visa otimizar o uso de energia, assegurando que as operações sejam realizadas de maneira mais eficiente. Isso inclui a atualização de equipamentos para modelos que consomem menos energia e a adoção de tecnologias que favorecem a eficiência.

Além disso, a empresa investe em programas de conscientização para os colaboradores, destacando a importância da eficiência no uso de recursos. A promoção de treinamentos sobre

boas práticas energéticas é uma estratégia que contribui para um ambiente de trabalho mais sustentável.

No aspecto social, a organização se envolve em projetos que beneficiam as comunidades locais. Por meio de parcerias com instituições que atuam na educação e na saúde, busca impactar positivamente o desenvolvimento das regiões em que opera. A realização de doações e apoio a iniciativas comunitárias reflete o compromisso com a responsabilidade social.

Em relação à ética, a empresa mantém uma postura transparente, evitando práticas que possam comprometer sua integridade. O foco na ética nos negócios promove a confiança entre colaboradores e parceiros, criando um ambiente favorável ao crescimento sustentável.

A abordagem de responsabilidade social oferece benefícios significativos. As iniciativas de eficiência energética não apenas melhoram a imagem da empresa, mas também resultam em redução de custos operacionais e aumento da produtividade. Tais práticas ajudam a posicionar a organização como um exemplo positivo na indústria, contribuindo para um ambiente de negócios mais equilibrado e sustentável.

A importância da responsabilidade social para as organizações é substancial e oferece uma série de benefícios que impactam tanto a empresa quanto a sociedade em geral. Empresas que demonstram um compromisso genuíno geralmente desfrutam de uma melhor reputação e imagem de marca, o que pode levar a um aumento na lealdade do cliente e a uma vantagem competitiva. Além disso, é uma poderosa ferramenta para atrair e reter talentos, pois profissionais talentosos tendem a buscar empresas que compartilham seus valores. Muitos projetos de responsabilidade social também resultam em melhorias na eficiência operacional e na redução de custos, traduzindo-se em economia de recursos e aumento da lucratividade. Por fim, a adoção de práticas éticas e sustentáveis pode ajudar a reduzir os riscos legais, regulatórios e de reputação enfrentados pelas indústrias, contribuindo para um ambiente de negócios mais estável e seguro [SEBRAE].

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTAÇÃO DA NORMA ISO 50001

4.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Após a crise do petróleo na década de 1970, as consequências econômicas e sociais trouxeram à tona a preocupação com a dependência de fontes de energia fósseis, bem como a necessidade de ampliar a matriz energética e incentivar o consumo consciente. Esse período marcou o início de uma conscientização global sobre a importância de buscar alternativas sustentáveis e reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Em resposta a essas necessidades emergentes, o governo brasileiro criou, em 2002, o PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, através da Lei Nº 10.438/2002 [10].

O PROINFA foi desenvolvido com o objetivo de aumentar a participação de fontes alternativas renováveis na produção de energia elétrica no Brasil, incluindo pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e empreendimento termelétricos a biomassa. Além disso, o programa busca privilegiar empreendedores independentes, sem vínculos societários com concessionárias de geração, transmissão ou distribuição de energia, promovendo assim a sustentabilidade ambiental e aumentando a segurança energética do país.

A introdução de fontes alternativas de energia, promovida por programas como o PROINFA, tem um impacto direto na indústria, incluindo a indústria de embalagens. A diversificação da matriz energética pode levar à redução de custos energéticos, uma vez que fontes de energia renováveis tendem a oferecer custos mais baixos a longo prazo, diminuindo as despesas operacionais da indústria. Além disso, contribui para uma maior estabilidade do fornecimento de energia, mitigando os riscos associados à dependência de fontes fósseis. Empresas que adotam fontes alternativas de energia também podem atender mais facilmente a regulamentos ambientais, aumentando sua responsabilidade social e melhorando sua imagem corporativa.

A implementação de políticas públicas como o PROINFA complementa os esforços internos das empresas para melhorar a eficiência energética. A norma ISO 50001, por exemplo, oferece uma estrutura para que as indústrias otimizem seu consumo de energia. Esta norma facilita a integração de fontes renováveis nos processos industriais, adota uma abordagem sistemática para identificar e implementar melhorias contínuas no desempenho energético e

promove a sustentabilidade e competitividade das empresas ao reduzir custos operacionais e aumentar sua responsabilidade ambiental.

No contexto da indústria de embalagens, especialmente na fabricação de latas, essas políticas e normas são essenciais para reduzir o consumo de energia em processos de alta demanda, como estampagem, revestimento, pintura e montagem. Adotar práticas eficientes de uso de energia elétrica em equipamentos como prensas, fornos, máquinas de revestimento e sistemas de iluminação é fundamental. Além disso, a implementação da ISO 50001 ajuda a sistematizar a gestão de energia, utilizando a abordagem Plan-Do-Check-Act (PDCA) para garantir a melhoria contínua do desempenho energético.

Assim, ao alinhar as práticas de eficiência energética com as políticas públicas e normas internacionais, a indústria de embalagens pode alcançar significativas reduções de custos, melhorar seu impacto ambiental e fortalecer sua responsabilidade social. Dessa forma, contribui para um futuro mais sustentável e competitivo. A crise do petróleo e a criação do PROINFA são exemplos claros de como crises energéticas podem impulsionar mudanças significativas na política energética e na indústria. A implementação de normas como a ISO 50001 em resposta a esses desafios reflete o compromisso das indústrias com a eficiência energética e a sustentabilidade.

O Plano Nacional de Energia 2050, alinhado com o de 2030, reforça as ações na área de Eficiência Energética, contemplando iniciativas como o Plano Nacional de Eficiência Energética, a Lei 13.280/2016 (que destina recursos para o PROCEL), a Agenda Reguladora do CGIEE, que inclui temas como ar condicionado, motores reconicionados e edificações, e o Projeto Piloto de Leilão de Eficiência Energética em Roraima.

Segundo o glossário disponibilizado pela IEI (2021), eficiência energética é a relação entre a energia útil e a energia consumida pelo equipamento. Equipamentos energeticamente eficientes são aqueles que consomem menos energia para realizar suas funções. A eficiência energética também pode ser entendida como a capacidade de usufruir do mesmo serviço energético consumindo menos energia.

De acordo com o Plano Nacional de Eficiência Energética [11],

No Brasil, várias ações têm sido empreendidas para a promoção da eficiência energética na indústria. Podemos destacar quatro específicas: programa PROCEL Indústria (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica); programa PROESCO (Apoio a Projetos de Eficiência Energética) com linha

de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social– BNDES; os Programas de Eficiência Energética – PEE, conduzidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e o do CONPET – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural, conduzido pela Petrobras.

O mesmo plano também propõe ações gerais, de capacitação, financiamento, regulamentação, gestão empresarial e gestão institucional, destacando-se:

Gestão Empresarial:

Promover a criação de Comissões Internas de Conservação de Energia – CICEs, nos moldes da ISO 50.001, para a concepção e estruturação de projetos de eficiência energética. Estudar a 22 obrigatoriedade de criação da comissão para grandes consumidores de energia. Fomentar o aprimoramento das ferramentas de gestão existentes, incluindo os softwares de gestão energética, para que incorporem os conceitos contidos na norma ISO 50.001, em elaboração. Estimular a divulgação de ações de eficiência nos Relatórios Anuais da Administração. Promover uma estrutura organizacional voltada para o desempenho energético. Desenvolver programa de atendimento a Micros, Pequenas e Médias Empresas (MPME), em consonância com a ISO 50.001, por meio do SEBRAE, com o objetivo de promover a concepção e estruturação de projetos de eficiência energética.

Gestão Institucional: Estabelecer índices de eficiência energética de referência para os diversos setores da indústria (benchmark), em parceria com a CNI. Estimular a utilização de ESCOs nos processos de levantamentos e diagnósticos, estudos técnicos e econômicos de viabilidade, acompanhamento das linhas de financiamento, implantação e/ou acompanhamento, verificação e monitoração de resultados. Estreitar o canal de comunicação com

a Indústria, que permita diálogo permanente sobre eficiência energética, buscando mapear as necessidades do setor.

Assim, alinhando-se às ações previstas no Plano Nacional de Eficiência Energética e conforme destacado pelo Plano Nacional de Energia 2050, este trabalho abordará uma proposta para a implementação da ABNT NBR ISO 50001:2018 em uma empresa de fabricação de latas. Nas seções seguintes, serão detalhados os cinco passos para a implantação da referida norma, destacados pontos importantes sobre o Ambiente de Contratação Livre.

4.2 ABNT NBR ISO 50001: 2018

A ABNT NBR ISO 50001 – Sistemas de Gestão da Energia – Requisitos com Orientações para Uso, fornece diretrizes para a implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE) e define os critérios para o cumprimento dos requisitos normativos. A norma, inicialmente publicada em 2011 e revisada em agosto de 2018, é aplicável a qualquer organização, independentemente do setor, tamanho ou perfil de consumo de energia.

A importância do tema levou à criação da família de normas ISO 50000, que aborda diversos aspectos da gestão de energia.

Desta maneira, encontram-se publicadas 5 normas técnicas complementares à ABNT NBR ISO 50001, conforme detalhado a seguir. Com exceção da ABNT NBR ISO 50015, ainda em fase de desenvolvimento, todos estes textos já se encontram publicados no Brasil.

- ABNT NBR ISO 50002 – Diagnósticos energéticos – Requisitos com orientação para uso;
- ABNT NBR ISO 50003 – Sistemas de gestão de energia – Requisitos para organismos de auditoria e certificação de sistemas de gestão de energia;
- ABNT NBR ISO 50004 – Sistemas de gestão de energia – Guia para implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão de energia;
- ABNT NBR ISO 50006 – Sistema de gestão de energia – Medição do desempenho energético utilizando linhas de base

energética (LBE) e indicadores de desempenho energético (IDE)

- Princípios gerais e orientações;
- ABNT NBR ISO 50015 – Sistemas de gestão de energia – Medição e verificação do desempenho energético das organizações – Princípios gerais e orientações (Figura 30).



Figura 30 – Princípios gerais e orientações. Fonte: [11].

A ABNT NBR ISO 50001 baseia-se em modelos de sistemas de gestão amplamente reconhecidos e utilizados por organizações ao redor do mundo, como a ISO 9001 – Sistemas de Gestão da Qualidade e a ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental. Para facilitar a integração com outras normas de sistemas de gestão da empresa, a ABNT NBR ISO 50001 adota a estrutura Anexo SL (*high level structure*, “Estrutura de alto nível”, em tradução literal). Organizada em 10 tópicos, que são:

1. Escopo;
2. Referências Normativas;
3. Termos e definições;
4. Contexto da organização;
5. Liderança;
6. Planejamento;
7. Suporte;
8. Operação;
9. Avaliação de desempenho;
10. Melhoria.

A ABNT NBR ISO 50001 destaca-se também pela aplicação do ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA) (Planejar – Fazer – Checar – Agir), que define claramente as etapas do processo de gestão de energia, conforme ilustrado na Figura 31.



Figura 31 – Ciclo de gestão de processos PDCA. Fonte: [12].

O processo de gestão da energia começa na etapa de planejamento, que inclui a definição da equipe responsável e a análise dos requisitos necessários, seguida pela realização de levantamentos. A próxima etapa é a operação, referida como passo 3, que envolve a definição dos executores das ações planejadas. A escolha de colaboradores com conhecimento e responsabilidades claras no organograma da empresa é crucial para o sucesso na implementação do sistema de gestão proposto.

A terceira etapa é a avaliação, onde as ações e os resultados obtidos são verificados e monitorados, correspondendo ao passo 4. Finalmente, a quarta etapa do ciclo PDCA, correspondente ao passo 5, é a melhoria contínua das propostas executadas e avaliadas. Os cinco passos definidos serão detalhados a seguir.

4.2.1 PASSO 1 – ANALISAR O CONTEXTO DA ORGANIZAÇÃO

O primeiro passo do processo envolve compreender as características gerais dos processos que demandam energia na empresa, sem necessidade de detalhamento profundo. É uma fase de observação das interfaces e expectativas com outras partes interessadas, definição do escopo,

limites, lideranças e responsabilidades, essenciais para a estruturação e operação do Sistema de Gestão de Energia (SGEn).

Isso inclui delimitar os limites físicos, locais ou organizacionais do sistema de gestão, definir o conjunto de atividades e processos abrangidos, estabelecer os objetivos e metas energéticas, elaborar a política energética e realizar uma análise do desempenho energético atual da empresa [12].

Identificar os principais consumidores de energia com potencial de melhoria, estabelecer uma linha de base energética para comparação de desempenho, definir indicadores quantitativos para monitorar o desempenho energético, e compreender os tipos de aplicação de energia e a quantidade utilizada são etapas importantes nesse processo.

4.2.2 PASSO 2 – PLANEJAR E ESTABELECEER OBJETIVOS E METAS ENERGÉTICAS (PLAN)

No segundo estágio do processo, há uma etapa fundamental e inovadora em comparação com outros sistemas de gestão de energia. Durante o planejamento, os objetivos e metas energéticas são definidos, detalhando os processos internos e o uso específico de energia pela organização.

É essencial entender o histórico de consumo de energia, identificar os tipos de energia utilizados e sua distribuição nos processos da empresa. Isso permite definir as bases para a medição sistemática do desempenho energético e analisar as melhorias a serem implementadas. Além disso, avaliar os custos e benefícios do sistema de gestão de energia é fundamental, garantindo que os investimentos necessários se justifiquem.

A revisão energética é a etapa principal do planejamento, onde se realiza uma análise detalhada do uso e consumo de energia para identificar oportunidades de melhoria. Isso envolve levantar os diferentes usos finais e tipos de energia consumidos, identificar os usos significativos de energia e encontrar oportunidades para melhorar o desempenho energético.

Essas atividades são essenciais para orientar os esforços de melhoria contínua do desempenho energético da organização, garantindo que o sistema de gestão de energia seja eficaz e adaptável às mudanças. A revisão energética deve ser atualizada em intervalos pré-definidos ou sempre que ocorrerem alterações significativas no uso e consumo de energia da organização [12].

4.2.3 PASSO 3 – GERENCIAR O USO E CONSUMO DE ENERGIA (DO)

É evidente que o eficiente gerenciamento da energia desempenha um papel vital no sucesso de um sistema. Este terceiro passo trata das questões operacionais da energia ligadas à infraestrutura, processos, sistemas e equipamentos da organização. Inicialmente, seu conteúdo prevê a identificação de um conjunto de requisitos cujo objetivo é sustentar a operação, abordando aspectos práticos das demandas diárias, como recursos humanos, questões de comunicação e documentação dos registros.

Uma vez garantido o suporte necessário para o bom funcionamento, detalham-se os aspectos de controle operacional específico. Com base nos levantamentos realizados no passo anterior e considerando o conhecimento adquirido sobre as características de uso da energia e dos componentes e elementos associados, é possível determinar as condições adequadas de operação para garantir o atendimento aos objetivos e metas estabelecidos. Certa flexibilidade, refletida na possibilidade de análise de aspectos adicionais, deve ser garantida à medida que uma organização se encontra em constante modificação. Tais mudanças, como a aquisição de novos sistemas ou equipamentos ou reformas de infraestrutura, por exemplo, podem representar oportunidades de melhoria do desempenho energético anteriormente inexistentes. Neste passo, os requisitos envolvidos nestes procedimentos são especificados.

Além dos elementos específicos que constituem um sistema de gestão, uma série de elementos auxiliares serve como suporte para que a sua implementação e operação ocorram de forma adequada e contribuam para a melhoria contínua do desempenho energético da organização. Estes elementos abrangem áreas como processos, infraestrutura, conhecimentos, habilidades, gestão da informação, prestação de serviços etc., devendo ser identificados e garantidos pela alta direção da organização.

Os recursos necessários para suportar a adequada implementação e funcionamento, bem como para a realização dos planos de ações estabelecidos na fase de planejamento energético, devem ser identificados. Estes requisitos têm como objetivo levar a organização a reconhecer que é necessário o comprometimento de todas as suas áreas para garantir a melhoria do seu desempenho energético ao longo do tempo. Devem ser consideradas as necessidades de recursos financeiros, humanos, infraestrutura, equipamentos, medição, entre outros.

Todos os funcionários da organização devem possuir valores, atitudes, conhecimento, talentos e experiência compatíveis com o SGen e com o papel que representam nas atividades de sua manutenção e operação. A organização deve comprovar e promover estas competências,

por meio de cursos, oficinas, workshops etc. Os funcionários diretamente envolvidos com os Usos Significativos de Energia (USEs), em especial, devem dominar as bases práticas e teóricas que os permitam conhecer e avaliar os aspectos operacionais que afetam o desempenho energético dos equipamentos ou processos sob sua responsabilidade.

Todas as pessoas envolvidas nas ações executadas devem ter consciência da sua própria contribuição potencial para a efetividade e a política energética, e reconhecer os benefícios advindos da melhoria do desempenho energético e as implicações decorrentes do não atendimento aos requisitos.

É necessário elaborar uma estratégia de comunicação, definindo as informações que necessitam ser transmitidas, o momento em que isso ocorrerá, o interlocutor que receberá a informação e a forma como será transmitida. Internamente, isso inclui organizar um mecanismo que assegure um meio de comunicação entre a equipe envolvida na operação do SGEN e o restante dos funcionários. A comunicação externa é direcionada a agentes que não estão diretamente ligados à organização, mas que de alguma forma podem estar relacionados à melhoria contínua do desempenho energético.

O sistema estruturado de acordo com a ABNT NBR ISO 50001 deve prever o registro, compilação e armazenamento adequado das informações consideradas relevantes para garantir a sua eficácia e o cumprimento dos requisitos da norma. Além disso, todo o processo de criação, atualização e revisão dessas informações deve ser rastreável, a fim de que se possam acompanhar as modificações dos parâmetros relacionados ao SGEN ao longo do tempo. As informações documentadas devem atender a parâmetros mínimos de documentação que assegurem sua integridade física futura e disponibilidade para as partes eventualmente interessadas em seu conteúdo.

Esta é apenas uma visão geral do processo de gerenciamento do uso da energia. Cada etapa requer planejamento cuidadoso, implementação estratégica e monitoramento contínuo para garantir o sucesso na otimização do uso da energia e na melhoria do desempenho energético da organização [12].

4.2.4 PASSO 4 – MONITORAR O DESEMPENHO E MELHORIAS (CHECK)

O passo 4 é essencial para a eficácia, pois é nesta fase que as melhorias projetadas no sistema e no desempenho energético são verificadas na prática. A avaliação de desempenho é fundamental, pois os resultados só podem ser confirmados através de medição sistemática,

monitoramento, análise e avaliação dos dados observados. Esses métodos variam conforme a organização e devem garantir a tomada de decisões informadas sobre o desempenho energético.

A base do monitoramento inclui os Indicadores de Desempenho Energético (IDEs) e as Linhas de Base Energética (LBEs) estabelecidas, bem como a estrutura de medições disponível. A avaliação dos resultados pode ser utilizada para divulgar os avanços alcançados junto às partes interessadas.

Para garantir a melhoria contínua e o desempenho energético, compatível com a norma ABNT NBR ISO 50001, é necessário medir, monitorar, analisar e avaliar de forma sistemática um conjunto de características que indicam o sucesso dessas melhorias. Perguntas sobre métodos de monitoramento, frequência de medições e análise dos resultados são essenciais para acompanhar adequadamente.

Além disso, a avaliação de requisitos legais e outros requisitos deve ser realizada regularmente. À medida que o desempenho energético melhora continuamente, deve ser revisado para garantir conformidade com as regulações locais e nacionais, além de acordos ou tratados relevantes [12].

4.2.5 PASSO 5 – TOMAR DECISÕES E BUSCAR MELHORIA CONTÍNUA (ACT)

- Não conformidade e ação corretiva

Mecanismos de autoavaliação para identificar não conformidades. Quando isso ocorre, a organização deve adotar procedimentos corretivos para restabelecer a normalidade. As causas comuns de não conformidade incluem falta de capacitação, falhas na comunicação, critérios operacionais inadequados, falta de envolvimento da alta direção, resistência dos colaboradores e falta de recursos.

- Melhoria Contínua

Conforme a ABNT NBR ISO 50001, é avaliado periodicamente e ajustado continuamente para se alinhar às condições de consumo de energia. Ao atingir os objetivos, novos desafios devem ser identificados em diferentes áreas, setores e usos de energia, envolvendo novas equipes. O processo de melhoria contínua adapta o planejamento original à nova realidade alcançada.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

Para alcançar os resultados e projetar melhorias no desempenho energético, será seguida uma abordagem estruturada baseada nos princípios da ISO 50001. Esta norma oferece uma estrutura eficaz para gerenciar a energia e é amplamente reconhecida por promover a eficiência energética e a sustentabilidade. Implementar a ISO 50001 permitiu adotar uma metodologia sistemática e consistente, garantindo que todas as etapas necessárias para a melhoria contínua do desempenho energético sejam seguidas de maneira organizada e eficaz.

A compreensão das características dos processos que demandam energia na organização é essencial. Nesta fase, as interfaces e expectativas com partes interessadas são observadas. O escopo, limites, lideranças e responsabilidades são definidos para a operação do Sistema de Gestão de Energia (SGEn). Isso inclui delimitar os limites físicos e organizacionais do sistema, identificar atividades e processos envolvidos, estabelecer objetivos e metas energéticas, elaborar uma política energética e realizar uma análise do desempenho energético atual. A identificação dos principais consumidores de energia com potencial de melhoria, a definição de uma linha de base energética para comparação de desempenho, a criação de indicadores para monitorar o desempenho e a compreensão dos tipos de aplicação de energia e a quantidade utilizada são etapas fundamentais.

Após essa análise, o planejamento de objetivos e metas energéticas é realizado. Metas específicas e mensuráveis são definidas, e ações para alcançá-las são planejadas, assim como a identificação dos recursos necessários. O planejamento deve ser realista, baseado nas informações coletadas durante a análise.

A implementação dos planos de ação envolve a execução das estratégias definidas, o monitoramento do consumo de energia e a aplicação de práticas de gestão. Essa fase assegura que as ações sejam efetivas e que o uso de energia seja otimizado.

Na etapa de verificação, as melhorias e o desempenho energético são avaliados. O monitoramento contínuo permite verificar se os objetivos estão sendo cumpridos. A sistematização do monitoramento, medição, análise e avaliação dos resultados assegura a eficácia das ações.

A partir das avaliações de desempenho, decisões são tomadas para ajustes e melhorias no sistema de gestão de energia. A análise dos dados coletados durante o monitoramento e a identificação de oportunidades de melhoria orientam essa tomada de decisão em um ambiente virtual gráfico exclusivo da empresa como mostra brevemente na Figura 32. A busca constante por otimização no desempenho energético para garantir que a organização avance em eficiência e sustentabilidade.

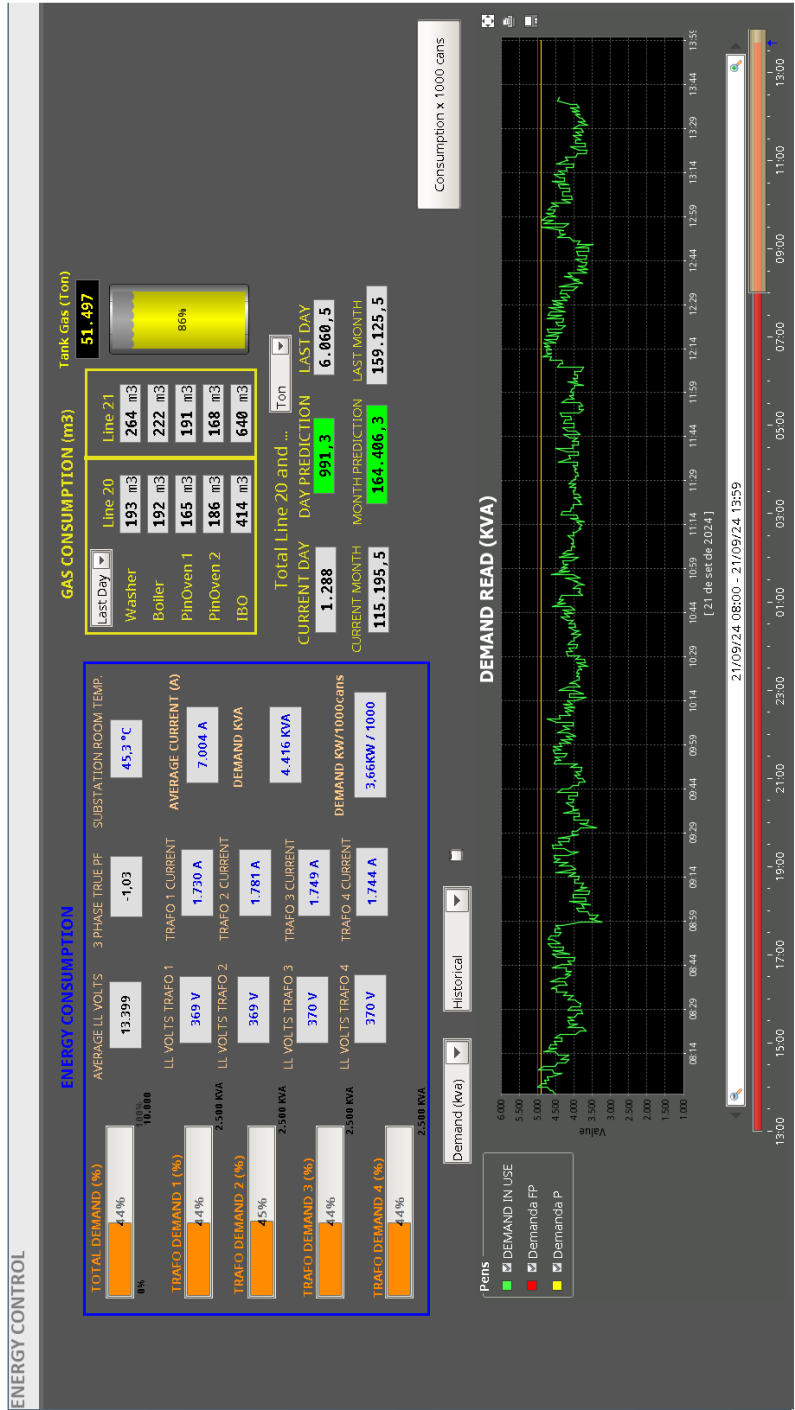


Figura 32 – Ambiente de coletas de dados de consumo de energia elétrica. Fonte [Autor].

5.1 MAPEAMENTO DE CONSUMO DE ENERGIA

Os requisitos de energia para a operação da usina foram definidos com base em análises técnicas. Estes parâmetros são essenciais para garantir a eficiência e a segurança operacional.

5.1.1 LAYOUT RECEBIMENTO/ DISTRIBUIÇÃO

Na Figura 33, visualiza-se o layout de recebimento e distribuição de energia da instalação e Tabela 3 apresenta os requisitos de energia da Indústria.

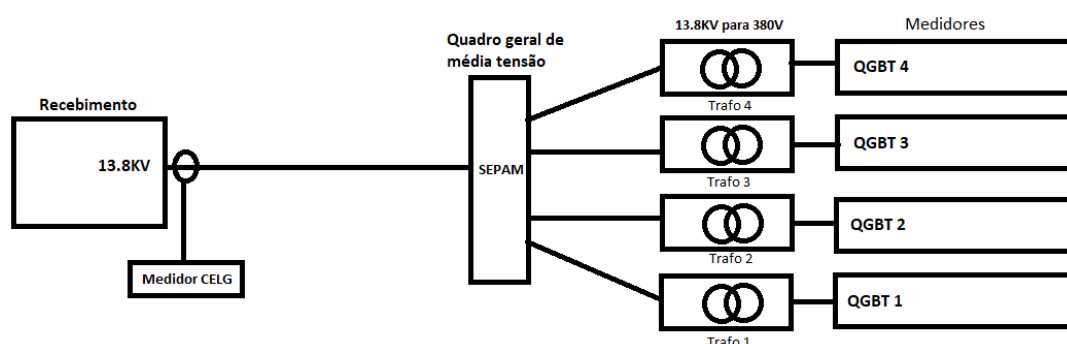


Figura 33 – Layout do recebimento e distribuição de energia. Fonte [Autor].

REQUISITOS DE ENERGIA DA FÁBRICA	
PREMISSAS	
TENSÃO	380 V
FREQUÊNCIA	60 Hz
FATOR DE POTÊNCIA	0,9
DIAS OPERACIONAIS	365

Tabela 3 – Requisitos de energia da Fábrica Fonte [Autor].

O escopo da fábrica abrange diversas atividades e construções necessárias para a infraestrutura elétrica.

5.1.2 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PRINCIPAL DE BAIXA TENSÃO (BT)

O quadro de distribuição principal é dividido em quatro seções identificadas como:

- LV-A
- LV-B
- LV-C
- LV-D

Quatro bancos de capacitores para compensação de energia reativa, correspondentes às seções mencionadas:

- CB-A, CB-B, CB-C, CB-D;

5.1.3 QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIOS

Foram construídos diversos quadros de distribuição para diferentes áreas e funções específicas:

- DB1, DB2, DB3, DB4, DB20.1, DB20.2, DB21.1, DB21.2.

Obs: Além disso, existe um quadro de distribuição auxiliar identificado como **DB**. Na Figura 34 apresenta o desenho 3D da sala Quadro Geral de Distribuição.

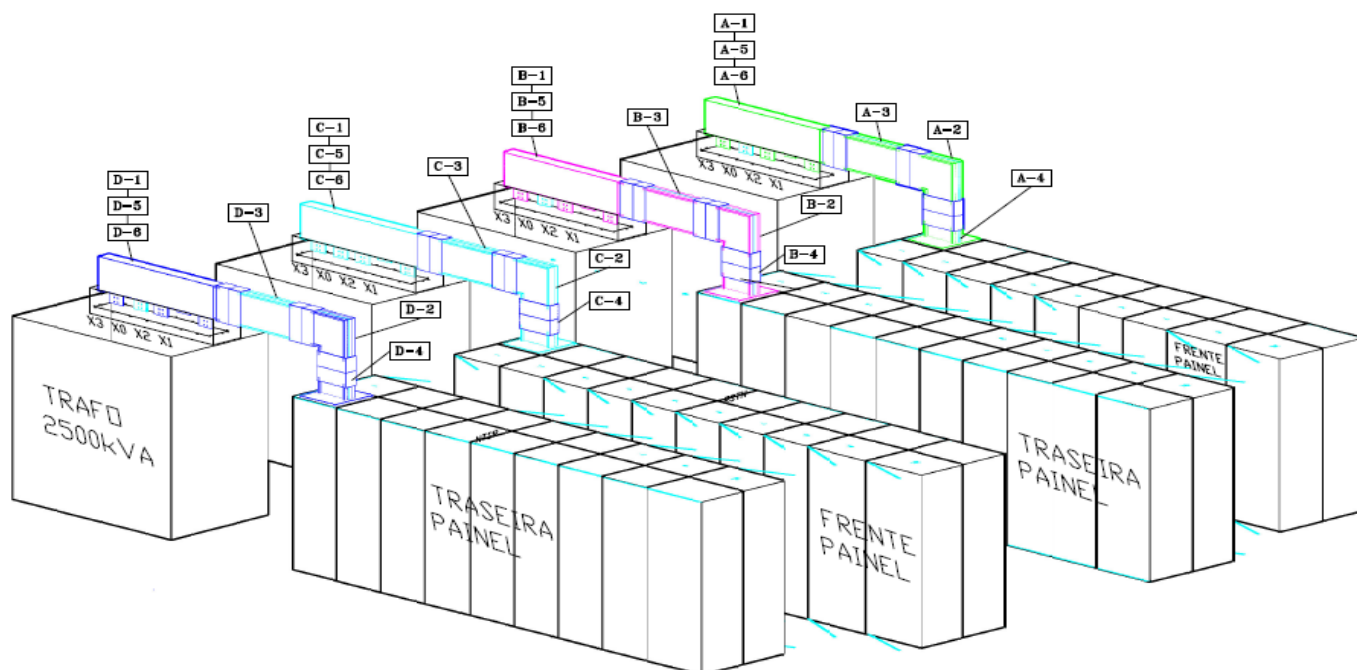


Figura 34 – Sala QBGT. Fonte [Autor].

5.1.4 BARRAMENTOS E LINHAS DE CABOS

Instalação de barramentos e linhas de cabos para a rede de distribuição de baixa tensão com o Layout apresentado mostrado na Figura 35, que inclui:

- Rede de distribuição de baixa tensão para o salão de produção da fábrica de embalagens.
- Conexões para o quadro de distribuição de fornecimento de energia.
- Gabinete de fornecimento de energia e controle de equipamentos tecnológicos e auxiliares.

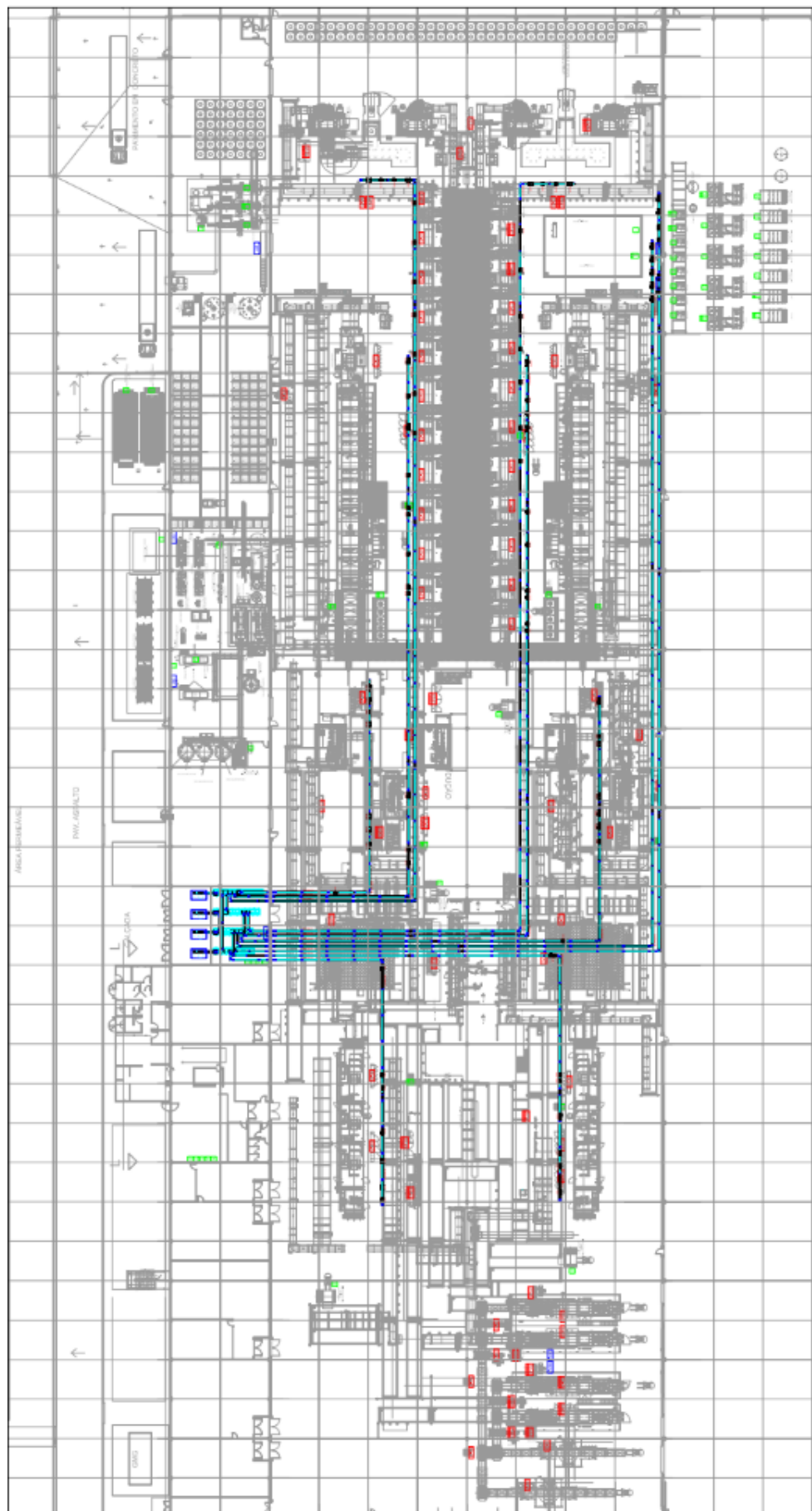


Figura 35 – Planta Baixa dos barramentos e linhas de cabo. Fonte [Autor].

5.2 REGISTRO DE DADOS DE CONSUMO

O registro de dados de consumo de energia é uma prática fundamental para a gestão eficiente dos recursos energéticos em qualquer organização. Esse processo envolve a coleta sistemática, organização e análise de informações sobre o uso de energia, permitindo uma compreensão detalhada dos padrões de consumo e a identificação de oportunidades para melhorias.

A coleta e o registro de dados de consumo de energia são essenciais para várias razões. Primeiro, eles fornecem uma visão clara e contínua sobre o uso de energia na organização, permitindo o monitoramento em tempo real e a identificação rápida de quaisquer anomalias ou desvios no consumo. Além disso, os dados registrados servem como base para a tomada de decisões informadas sobre políticas de energia e estratégias de eficiência energética. Com informações precisas, é possível identificar áreas de desperdício e implementar ações corretivas. Outro aspecto importante é que o registro de dados permite a avaliação do desempenho energético da organização ao longo do tempo, ajudando a medir a eficácia das medidas implementadas e a verificar se os objetivos e metas energéticas estão sendo alcançados. A manutenção de registros detalhados de consumo de energia também ajuda a garantir a conformidade com as regulamentações e normas vigentes, facilitando auditorias e inspeções.

Primeiramente, foram instalados medidores em pontos estratégicos da organização, abrangendo as Linhas de Produção, setor de Utilidades, Salas de Apoio e setor Administrativo. Esses medidores capturam dados específicos de consumo de cada área, permitindo uma visão detalhada do uso de energia em diferentes processos e equipamentos. A coleta de dados foi automatizada por meio de sistemas integrados, o que reduziu a necessidade de intervenção manual e minimizou a chance de erros. Os dados coletados foram organizados e classificados conforme as categorias de consumo, como departamentos, turnos de trabalho e tipos de equipamentos, facilitando análises direcionadas e precisas.

Relatórios regulares com os dados de consumo e análises realizadas foram gerados e compartilhados com a administração e outras partes interessadas. Forneceu-se feedback contínuo às equipes operacionais com base nos dados registrados, incentivando a adoção de práticas mais eficientes. Além disso, assegurou-se que o registro de dados de consumo atendesse aos requisitos regulatórios e normativos aplicáveis, facilitando auditorias e inspeções. Auditorias energéticas periódicas foram realizadas para validar a precisão dos registros e identificar novas oportunidades de melhoria.

Essa abordagem sistemática e organizada permitiu uma visão detalhada do uso de energia na organização, apoiando a tomada de decisões informadas e facilitando a implementação de ações de melhoria contínua.

5.2.1 INSTALAÇÃO DE MEDIDORES DE CONSUMO ELÉTRICO DA PLANTA

Com base nas análises realizadas, identificou-se a necessidade de aprimorar o controle do consumo de energia em áreas específicas da organização. Dessa forma, foram instalados 20 novos medidores Schneider Electric PowerLogic PM5300 com apresentado na Figura 36, em pontos estratégicos, abrangendo as Linhas de Produção, Utilidades, Salas de Apoio e o setor Administrativo. Esses medidores, reconhecidos por sua alta precisão e confiabilidade, foram escolhidos para garantir um monitoramento mais preciso do consumo energético. A coleta de dados em tempo real permitiu uma visão mais clara e detalhada do uso de energia em cada setor, facilitando a identificação de oportunidades de otimização e a adoção de medidas corretivas.

O PowerLogic PM5300 oferece funcionalidades avançadas para a medição e monitoramento de energia, incluindo a capacidade de registrar dados de consumo em tempo real, detectar anomalias e fornece relatórios detalhados. Esses medidores são equipados com interfaces de comunicação que permitem a integração com sistemas automatizados de coleta de dados, facilitando a análise e a gestão energética.

Este medidor possui uma interface intuitiva, com um display que facilita a leitura e interpretação dos dados coletados. Ele também suporta comunicação via Modbus, permitindo a integração com sistemas automatizados de gerenciamento de energia, o que facilita a coleta, armazenamento e análise dos dados.

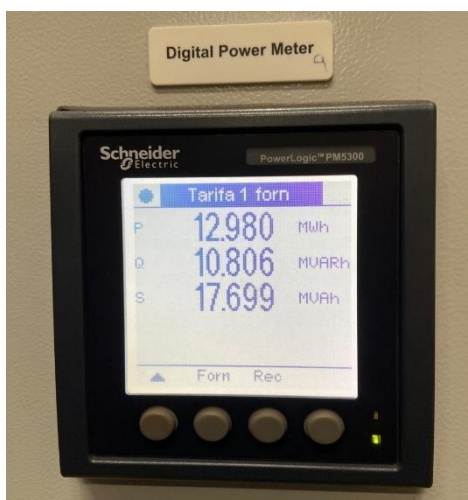


Figura 36 – Medidor Schneider Electric PowerLogic PM5300. Fonte [Autor].

Foram instalados 20 novos medidores, distribuídos da seguinte forma e taguados como na Tabela 4:

- **Linhas de Produção:** 8 medidores, sendo 4 para cada linha de produção. Estes medidores foram posicionados de maneira a monitorar o consumo de energia dos principais equipamentos e processos produtivos.
- **Utilidades:** 8 medidores, instalados em pontos críticos de consumo de energia em áreas como sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado, compressores e sistemas de bombeamento.
- **Sala de Apoio:** 3 medidores, instalados para monitorar o consumo de energia em áreas de suporte, como oficinas, laboratórios e áreas de manutenção.
- **Administrativo:** 1 medidor, instalado para monitorar o consumo de energia em áreas administrativas, garantindo que o uso de energia nesses setores também seja gerenciado de forma eficiente.

Medidores/ Setor				
Utilidades	Linha 21	Linha 20	Salas Apoio	Salas ADM
BP5.3	DP4	BP7	BP4.1	DP8.1
BP5.4	DP5	AP7	CP6.2	
BP5.2	DP6	AP5	CP6.1	
BP5.1	CP4	BP6		
AP6				
CP5				
CP6.3				
AP4.1				

Tabela 4 – Distribuição dos medidores. Fonte [Autor].

Medidores/ Setor				
Linha 20	Linha 21	Utilidades	Salas Apoio	Salas ADM
BP7	DP4	BP5.3	BP4.1	DP8.1
AP7	DP5	BP5.4	CP6.2	
AP5	DP6	BP5.2	CP6.1	
BP6	CP4	BP5.1		
		AP6		
		CP5		
		CP6.3		
		AP4.1		

Os medidores foram instalados no Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) nas entradas de cada um dos disjuntores selecionados como mostra a Figura 37. Esta localização estratégica

permite o monitoramento detalhado do consumo de energia de cada setor e processo, possibilitando uma análise granular e precisa.

A instalação dos medidores foi realizada de forma a minimizar interrupções nas operações e garantir a segurança de todos os envolvidos. Após a instalação, foi realizado um período de calibração e validação para assegurar a precisão dos dados coletados.

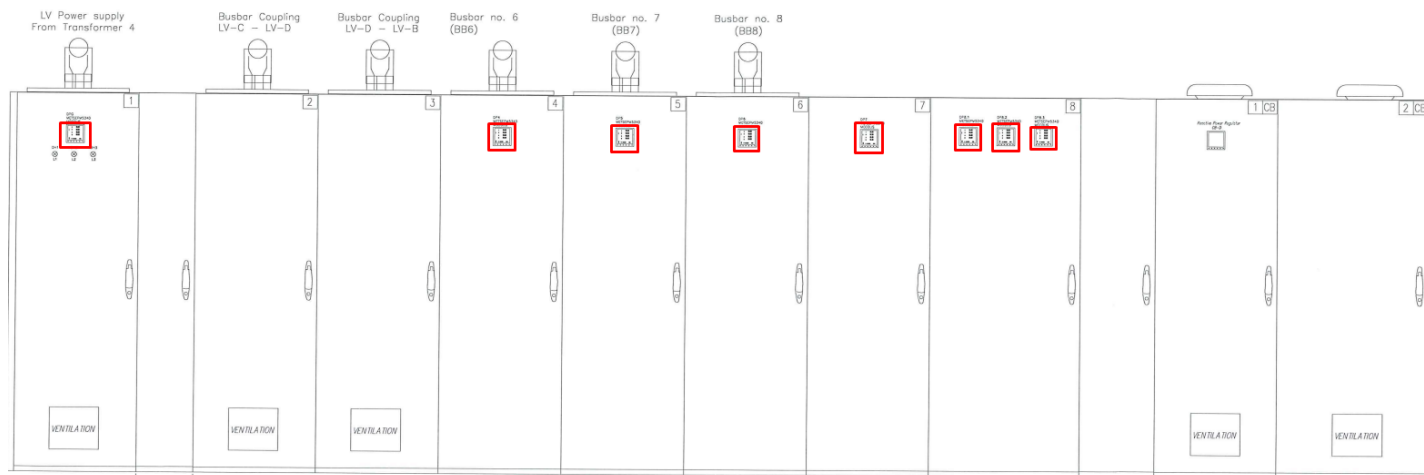


Figura 37 – Medidores instalados no painel de Baixa tensão. Fonte [Autor].

5.2.2 MEDIDOR ANALÓGICO DO CONSUMO GÁS GLP

Para um monitoramento preciso do consumo de gás na organização, foram utilizados medidores de gás tipo turbina Elster da Honeywell [17] na Figura 38. Estes medidores, reconhecidos por sua alta confiabilidade, já estavam instalados em cada máquina que utiliza gás GLP, especificamente nas entradas das tubulações. Os medidores monitoravam quatro Pin Oven, dois IBO e duas Washer.



Figura 38 – Medidor de gás Elster. Fonte: Fonte [Autor].

A alteração no processo de coleta de dados trouxe melhorias significativas para o controle do consumo de gás na organização. Anteriormente, a coleta de dados era realizada

mensalmente e os registros eram mantidos apenas em papel, sem que esses dados fossem analisados ou utilizados de forma estratégica. Essa prática resultava em um controle passivo, com o foco apenas em manter o histórico do consumo.

Com a mudança, a coleta passou a ser feita diariamente, sempre às 8:00 da manhã, por mecânicos responsáveis. Além disso, os dados agora são inseridos em planilhas de controle, permitindo um acompanhamento mais detalhado e organizado do consumo ao longo do tempo. Essa alteração possibilitou uma melhor visualização dos padrões de uso de gás e abriu espaço para o planejamento de ações corretivas e de otimização.

Apesar da melhoria no processo, a coleta ainda é manual, o que exige visitas diárias aos medidores para registrar as informações. Diante disso, foi identificado um ponto de melhoria futura: a automatização desse processo, eliminando a necessidade de intervenção manual e garantindo maior precisão e eficiência no monitoramento.

5.2.3 MEDIDORES DE CONSUMO COMPRESSORES

Os compressores de ar comprimido, conforme apresentado na Figura 39, já contavam com medidores Schneider Electric PowerLogic PM5300. A coleta de dados foi alterada de mensal para diária, melhorando o monitoramento do consumo energético. O sistema anterior era automatizado, mas os dados eram apenas registrados em um banco de dados sem análise.

Agora, os dados são coletados diariamente às 8:00 da manhã, permitindo um acompanhamento regular do consumo de energia. A instalação possui 10 compressores: 5



operam em alta pressão, a 7.5 bar, e 5 em baixa pressão, a 6.5 bar. A coleta diária fornece uma visão clara do desempenho energético de cada compressor.

Figura 39 -Compressor Kaeser. Fonte [18].

Os dados coletados são transferidos para uma planilha de controle, possibilitando uma análise individualizada do consumo energético de cada unidade. Através dessa coleta, é possível identificar padrões de uso e variações significativas no desempenho. Esse acompanhamento facilita a detecção de oportunidades de melhorias na eficiência energética e na redução de custos.

Além disso, o acompanhamento permite a tomada de decisões sobre a manutenção e operação dos compressores. A identificação de compressores com consumo elevado ou irregular pode levar a ajustes na pressão de operação ou manutenções programadas, contribuindo para a eficiência do sistema.

5.2.4 MEDIDOR DE DEMANDA

Na fundação da fábrica, foi instalado um medidor no barramento de entrada de média tensão com a principal função de acompanhar a demanda instantânea da planta, assegurando que a demanda contratada não seja excedida. Este medidor é o Relé Geral Sepam, da Schneider Electric [19] como apresentado na figura 40.



Figura 40 - Cubículo Blindados de Média Tensão. Fonte [20].

O Relé é projetado para oferecer um conjunto abrangente de funções adaptadas às necessidades específicas da aplicação para a qual foi desenvolvido. Este equipamento proporciona proteção eficaz para bens e pessoas, medições precisas, diagnósticos detalhados,

controle integral do equipamento, além de sinalização e operação local ou remota. Uma das funções cruciais do Sepam é a medição e monitoramento da demanda de corrente e da demanda máxima de corrente.

Estas demandas são calculadas a partir das três correntes de fase (I1, I2 e I3). A demanda de corrente é determinada em um período ajustável que pode variar de 5 a 60 minutos. Por outro lado, a demanda máxima de corrente é o maior valor registrado durante os picos de carga e indica a corrente absorvida nesses momentos. Além das demandas de corrente, o Sepam também mede e monitora as demandas máximas de potência, tanto ativa quanto reativa. Esses valores são calculados no mesmo período que as demandas de corrente e podem ser resetados conforme necessário.

A instalação do Relé Geral Sepam no barramento de entrada de média tensão permite à empresa monitorar automaticamente a demanda instantânea de energia da fábrica. Este sistema automatizado realiza medições contínuas e registra os dados em tempo real, assegurando que a demanda contratada não seja ultrapassada. Essa abordagem evita penalidades associadas ao excesso de consumo e melhora a eficiência energética. Além disso, o monitoramento detalhado fornecido pelo Sepam facilita a gestão energética da planta, contribuindo para a sustentabilidade e a eficiência operacional.

5.3 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Com a alteração do sistema de coleta, a frequência de registro de dados foi modificada de mensal para diário. Embora o sistema de energia já fosse automatizado, a coleta dos dados de gás continua sendo manual. Com a nova coleta diária de energia, foi possível realizar uma análise mais precisa do consumo de energia e gás na organização. Os dados coletados dos medidores PowerLogic PM5300 e as leituras manuais dos medidores de gás Elster geraram relatórios que auxiliaram na identificação de padrões de consumo e oportunidades de melhoria.

Os dados foram organizados e classificados de acordo com diferentes categorias, como departamentos, turnos de trabalho e tipos de equipamentos, permitindo uma análise segmentada e específica. Os estagiários de ensino superior do setor manutenção elétrica eram responsáveis por alimentar as planilhas e elaborar os relatórios. A utilização do Excel e Power BI facilitou o processamento das informações, possibilitando a criação de gráficos e indicadores de desempenho energético (KPIs). A análise contínua dos dados revelou tendências de consumo, permitindo identificar períodos de maior demanda e potenciais áreas de desperdício. Isso

possibilitou a implementação de ações corretivas e preventivas, promovendo uma gestão mais eficiente dos recursos energéticos.

5.3.1 DADOS MEDIDOS DO CONSUMO DA PLANTA

A instalação de 20 medidores em locais estratégicos da planta permitiu uma coleta dos dados de consumo de energia. Esses dados, analisados e organizados ao longo de seis meses (de junho a dezembro de 2023), uma visão do uso de energia em diferentes áreas da fábrica, incluindo linhas de produção, utilidades, salas de apoio e setor administrativo.

Ao analisar os dados coletados da Figura 41 e 42, observou-se uma correlação direta entre o consumo de energia e a produção da planta. Nos meses de novembro e dezembro, por exemplo, houve uma redução significativa no consumo de energia, o que coincidiu com as paradas programadas para manutenção.

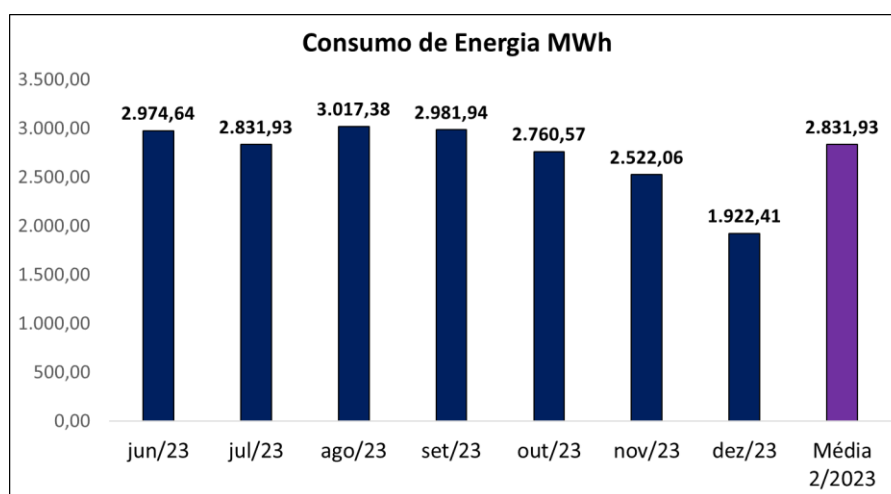


Figura 41 – Consumo medido pela concessionária 06/23 a 12/23. Fonte [Autor].

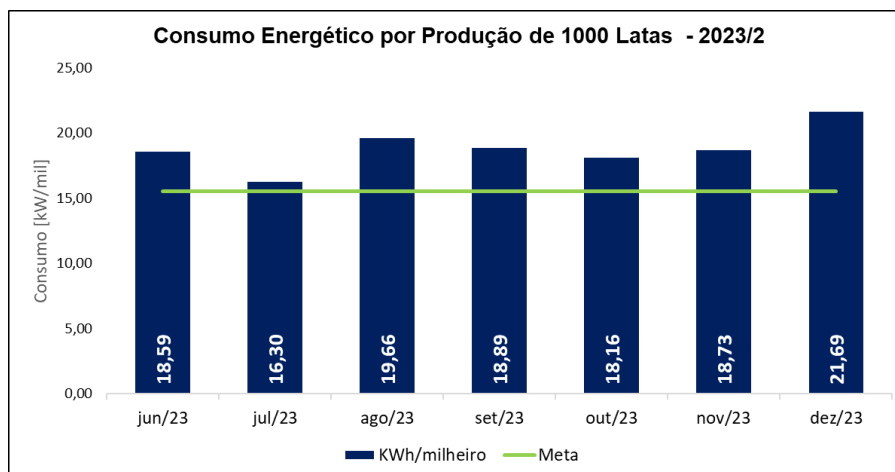


Figura 42 – Consumo por milheiro 06/23 a 12/23. Fonte [Autor].

Os dados apresentados acima, ilustram essas tendências de consumo, destacando como as variações na produção impactam diretamente a demanda energética da planta. Essas percepções são fundamentais para identificar oportunidades de melhoria na eficiência energética e para a tomada de decisões informadas que visam otimizar o uso de energia na organização.

O gráfico da Figura 42 ilustra o consumo de energia por milheiro de latas, expressando a relação em kWh por 1.000 latas. Em dezembro de 2023, o consumo foi inferior ao dos meses anteriores, resultado da parada para manutenção e da produção reduzida. O total de consumo nesse mês foi de 1.922,41 MWh, o que resultou em um consumo por milheiro de 21,69 kWh/Mil. A meta estabelecida para o consumo por milheiro é de 15,00 kWh/Mil. Essa meta foi definida pelos gerentes da fábrica com base na capacidade de produção das máquinas e na eficiência esperada em relação ao consumo energético de cada máquina.

Neste período (de junho a dezembro de 2023), foi realizada uma análise detalhada da distribuição do consumo de energia elétrica na planta, subdividida em cinco setores principais. Esta análise permitiu entender melhor como a energia está sendo utilizada em diferentes áreas da empresa. Os dados coletados foram organizados e apresentados na Figura 43.

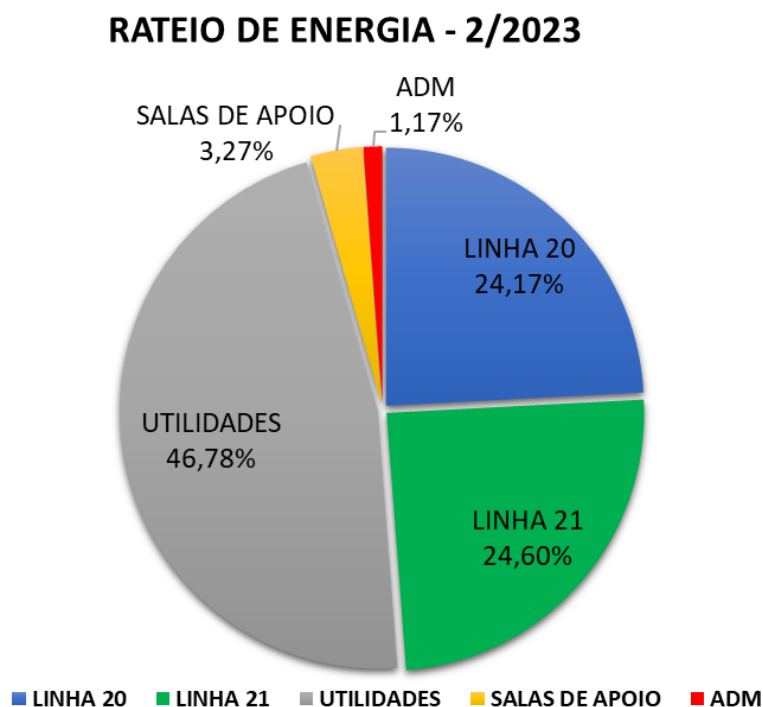


Figura 43 – Rateio de energia médio 2/2023. Fonte [Autor].

- **A Linha 20** consumiu 24,17% da energia total, destacando-se como um dos principais consumidores de energia na planta. Este setor inclui uma das linhas de produção significativas, que pode ter alta demanda devido ao seu volume operacional;
- **A Linha 21** representou 24,60% do consumo de energia, também evidenciando um consumo especial. Semelhante à Linha 20, esta linha é uma parte essencial da operação, com processos que demandam um consumo de energia significativo;
- **Utilidades** foi responsável por 46,78% do consumo total de energia. Este setor inclui sistemas como ar comprimido, água, e outros serviços essenciais que apoiam toda a planta, fazendo com que a infraestrutura de suporte tenha um grande impacto no consumo de energia global;
- **As Salas de Apoio** representaram apenas 3,27% do consumo total. Este grupo inclui salas da elétrica, mecânica.

5.3.2 DADOS COLETADOS DOS MEDIDORES DE GÁS GLP PLANTA

Os medidores de gás instalados nas entradas das tubulações de gás GLP de cada máquina (4 Pin Oven, 2 IBO, 2 Washer), passaram a ter seus dados coletados de maneira diária. Os dados diários foram sistematicamente registrados e inseridos em uma planilha, permitindo o controle individualizado de cada equipamento.

Essa metodologia não só aumentou a precisão dos registros, mas também facilitou a identificação de padrões de consumo, períodos de maior e menor uso, e possíveis áreas para melhorias na eficiência energética. Além disso, a análise contínua dos dados permitiu identificar reduções no consumo durante os períodos de menor atividade produtiva, como observado nos meses de novembro e dezembro, quando ocorreram paradas para manutenção.

A Figura 44 representa esses dados, evidenciando como a mudança na frequência de coleta contribuiu para um monitoramento mais eficaz e para a implementação de estratégias de gestão de energia

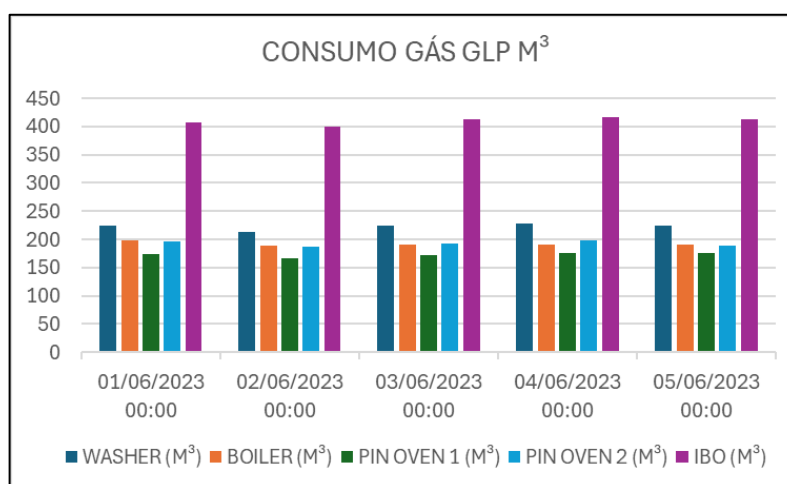


Figura 44 – Consumo medido diário de Gás GLP 01/06/23 a 05/06/23. Fonte [Autor].

Durante a análise dos dados coletados, foi observado que, das máquinas monitoradas, os IBO foram os que mais consumiram gás, visualizado a partir do layout apresentado na Figura 45. O consumo dessas máquinas mostrou-se constante, sem grandes oscilações, o que indica um padrão de uso estável. No entanto, também foi detectado que, em dias de paradas, as máquinas continuavam consumindo gás por um tempo desnecessário. Esta descoberta revelou oportunidades para otimizar o desligamento dos equipamentos durante períodos de inatividade, contribuindo para uma maior eficiência energética e redução de custos operacionais.



Figura 45 – Média do consumo Gás GLP 06/23 a 12/23. Fonte [Autor].

A abordagem para o registro e análise dos dados de consumo de gás não apenas facilitou auditorias internas e externas, mas também garantiu a conformidade com normas regulatórias.

5.3.3 DADOS COLETADOS DOS MEDIDORES DOS COMPRESSORES

A Tabela 5 apresenta os dados coletados do mês de Junho/2023, e a Figura 46 são dados do período de junho a dezembro de 2023 destacando padrões de consumo e identificando áreas para possíveis melhorias na eficiência energética. A coleta diária revelou que, dentre os compressores monitorados, os compressores de alta pressão tendem a apresentar um consumo energético mais elevado. Isso proporcionou uma visão para a gestão de energia da unidade, permitindo a identificação de oportunidades para otimização do uso dos compressores.

A análise dos dados coletados também mostrou que em períodos de menor atividade, como os meses de novembro e dezembro, houve uma redução no consumo de energia,

Referência	Compressores	Consumo MWH	KWH/COMP.
06/2023 (tarifa 1)	1-(alta pressão)	82,182	82182
	2-(alta pressão)	104,480	104480
	3-(alta pressão)	16,364	16364
	4-(alta pressão)	13,923	13923
	10-(alta pressão)	102,120	102120
	5-(baixa pressão)	48,274	48274
	6-(baixa pressão)	61,238	61238
	7-(baixa pressão)	40,474	40474
	8-(baixa pressão)	78,480	78480
	9-(baixa pressão)	64,411	64411
TOTAL MWH		611,946	611946

coincidindo com paradas para manutenção. Isso indicou uma correlação direta entre a atividade operacional e o consumo energético.

Tabela 5 – Consumo medido dos compressores da planta mês 06/23. Fonte: [Autor].

A coleta diária permitiu a identificação de inconsistências e oportunidades de melhoria. Por exemplo, foi observado que os compressores continuavam consumindo energia mesmo durante períodos de inatividade. Foi identificado que, assim como o gás, o ar comprimido das máquinas era desperdiçado, pois as válvulas solenoides permaneciam abertas, mantendo o fluxo de ar comprimido. Dessa forma, mesmo com as máquinas paradas, os compressores não diminuíam sua produção, entendendo que as máquinas ainda estavam em operação e necessitando de ar.

A partir dessa identificação, foram implementadas ações na fábrica para reduzir o desperdício e o consumo de ar comprimido, como a eliminação de vazamentos e a implementação de intertravamentos na lógica de operação dos compressores.

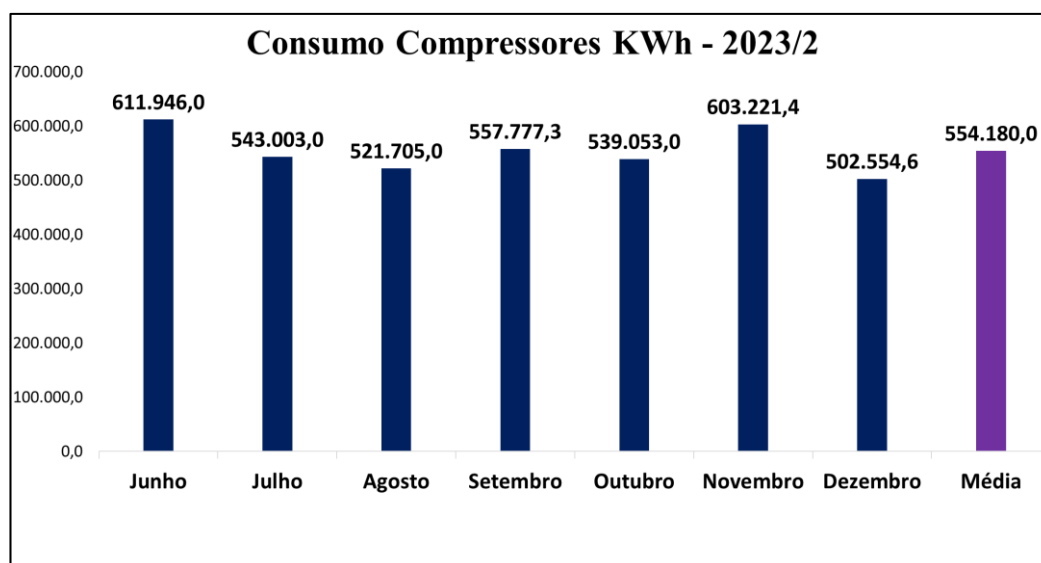


Figura 46 – Consumo medido dos compressores 06/23 a 12/23. Fonte [Autor].

5.3.4 DADOS COLETADOS NO MEDIDOR DE DEMANDA

Os dados coletados pelo Relé Geral Sepam no barramento de entrada de média tensão fornecem informações importantes sobre a demanda de energia da fábrica. Com base nos dados da Figura 47, foi identificado um desvio médio de 16% entre a demanda utilizada e a demanda contratada, o que representa aproximadamente R\$ 40.000 mensais de excedente. Esse desvio sugere que, mantendo-se essa diferença, a empresa está desperdiçando cerca de R\$ 500.000 por ano, valor que poderia ser otimizado ajustando os contratos de fornecimento de energia para se alinhar melhor à demanda real.

Histórico de Demanda 06/2023 à 12/2023				
Mês	Demanda Lida kW	Demanda contratada	Desvio	Desvio em %
jun/23	5.134,08	5900,00	765,92	13%
jul/23	5.187,84	5900,00	712,16	12%
ago/23	5.237,12	5900,00	662,88	11%
set/23	5143,04	5900,00	756,96	13%
out/23	4.878,72	5900,00	1021,28	17%
nov/23	4.968,32	5900,00	931,68	16%
dez/23	3.790,08	5900,00	2109,92	36%
Desvio Médio Demanda Contratada				16%

Figura 47 – Histórico de Demanda. Fonte [Autor].

Para obter uma compreensão mais precisa e embasada, é necessário realizar estudos adicionais com um volume maior de dados coletados ao longo de diferentes períodos como na Figura 48. Esses estudos permitirão identificar padrões de consumo, variações sazonais e comportamentos específicos de demanda que podem não ter sido evidentes nas análises iniciais.

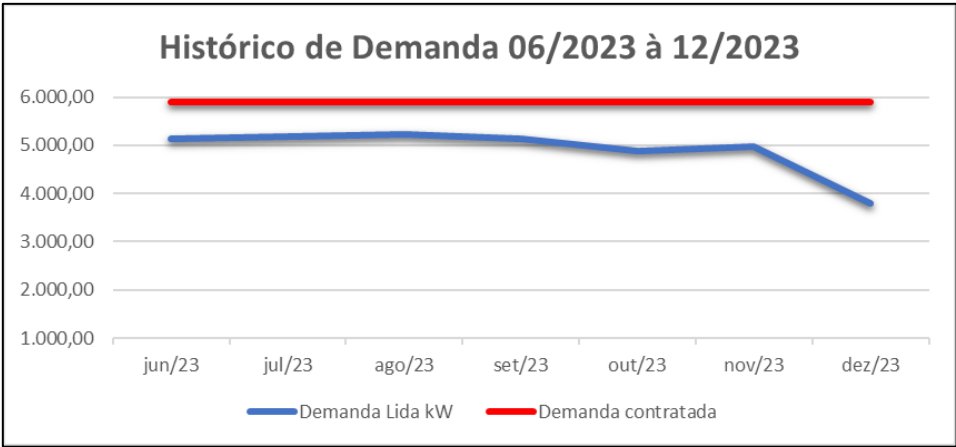


Figura 48 – Histórico de Demanda. Fonte [Autor].

Na Figura 48, é possível observar uma redução na demanda registrada de novembro para dezembro de 2023. Essa queda foi resultado de paradas programadas para manutenção, que reduziram temporariamente o consumo de energia durante esse período.

Além disso, a análise dos dados pode ajudar a identificar possíveis causas para o desvio de demanda, como equipamentos que operam fora dos horários planejados, ineficiências nos processos ou picos de demanda não previstos. A partir dessas informações, podem ser implementadas ações corretivas e preventivas para alinhar a demanda real com a demanda contratada.

A revisão e potencial ajuste da demanda contratada, com base em uma análise robusta e contínua dos dados, pode resultar em uma redução dos custos com energia elétrica para a empresa. No entanto, é essencial garantir que essa revisão não comprometa a capacidade da fábrica de atender às suas necessidades operacionais em todos os momentos. A implementação de um monitoramento contínuo e a realização de auditorias periódicas são práticas recomendadas para assegurar que os ajustes realizados estão produzindo os resultados esperados e para identificar novas oportunidades de melhoria na gestão da demanda de energia.

5.4 AÇÕES IMPLEMENTADAS

Com base nos dados coletados e analisados entre junho e dezembro de 2023, ações foram implementadas no período de janeiro a maio de 2024. O objetivo dessas medidas foi otimizar o consumo de energia e gás, aumentar a eficiência operacional e reduzir os custos. As intervenções foram direcionadas para as áreas onde foram identificados maiores desperdícios, resultando em uma gestão mais eficiente dos recursos energéticos e melhorias na operação geral da fábrica.

A coleta diária de dados, essencial para identificar padrões de consumo, foi mantida e aprimorada ao longo do tempo. Estagiários do setor de manutenção elétrica foram os responsáveis por essa tarefa, alimentando planilhas e gerando relatórios a partir dos dados coletados. Novos indicadores de desempenho energético (KPIs) foram introduzidos, como o consumo de energia por milheiro de latas (kWh/1000 latas), a eficiência dos compressores de ar comprimido, e a demanda energética diária em relação à demanda contratada. Esses KPIs permitiram monitorar a eficiência das ações implementadas e acompanhar o progresso na redução do desperdício. O acompanhamento sistemático foi crucial para garantir que os resultados esperados fossem alcançados e que ajustes pudessem ser feitos, quando necessário.

Em relação à gestão da demanda de energia elétrica, foram realizados estudos para ajustar a demanda contratada com a fornecedora de energia. Os dados apontaram um desvio

médio de 16%, o que representa um excedente aproximado de R\$ 40.000 por mês. Isso evidenciou oportunidades para renegociar os contratos de fornecimento de energia. No entanto, como uma alteração desse tipo pode gerar impactos operacionais, é necessário um estudo mais detalhado e a coleta de mais medições para garantir uma decisão informada, minimizando riscos e possibilitando a redução dos custos fixos com energia elétrica.

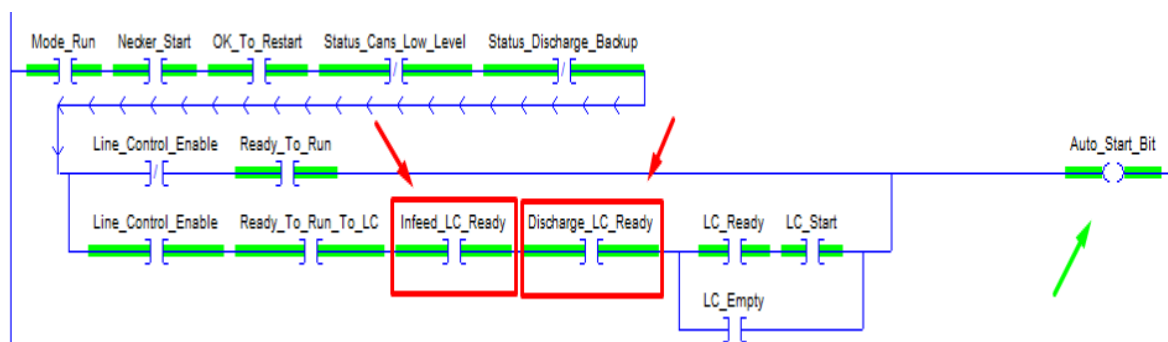
Essas ações foram implementadas por meio da otimização de processos produtivos, redução de desperdícios, manutenção preventiva em equipamentos de alto consumo, e melhorias no sistema de monitoramento energético. O monitoramento contínuo, realizado pelos estagiários do setor de manutenção elétrica, permitiu identificar padrões de consumo e ajustar as operações para garantir maior eficiência. Além disso, treinamentos regulares foram conduzidos para sensibilizar os colaboradores quanto à importância da eficiência energética, o que reforçou a cultura de sustentabilidade dentro da empresa.

5.4.1 REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Observou-se que as máquinas continuavam consumindo energia desnecessariamente durante os períodos de inatividade. Para abordar essa questão, foram realizados diversos ajustes nas lógicas de operação das máquinas e dos compressores de ar comprimido. Primeiramente, sistemas automáticos de desligamento das válvulas solenoides foram instalados para garantir que as máquinas não consumissem recursos quando não estivessem em operação. Como resultado dessas ações, houve uma redução média de 392,32 MWh no consumo de energia ao comparar o período de janeiro a maio de 2023 com o mesmo período de 2024. Essa economia de 392.320 kWh equivale a aproximadamente R\$ 300.000,00 em custos evitados, representando uma redução significativa no desperdício de energia e contribuindo para uma operação mais eficiente.

5.4.1.1 PARTIDA E PARADA DAS MÁQUINAS

Especificamente, sensores indutivos que estava em estoque foram instalados por eletrotécnicos nas esteiras de entrada e saída, o sensor tem o valor de R\$ 220,00. Esses sensores detectam a presença de latas na entrada e se a saída está livre para permitir o funcionamento. Somente quando ambas as condições são atendidas – ou seja, há lata na esteira de entrada e a saída está desobstruída – a máquina é liberada para operar, o funcionamento da máquina, como



apresenta a figura 49.

Figura 49 – Esteira de entrada e saída do permitindo Necker funcionar. Fonte [Autor].

5.4.1.2 PARTIDA E PARADA DOS MOTORES

Ajustaram-se as lógicas de controle dos motores para que entrassem em modo "stop" quando a linha de produção não tivesse latas nas esteiras. Adicionalmente, foram desligados os motores das máquinas que permitiam desligamento durante a parada, como blowers e motores periféricos como ilustra a Figura 50. Isso resultou em uma economia considerável de energia.

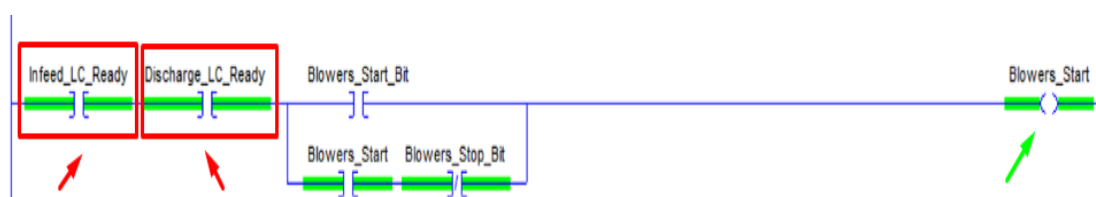


Figura 50 – Esteira de entrada e saída do Necker permitindo motores funcionar. Fonte [Autor].

Esses intertravamentos garantem que as máquinas e suas válvulas de ar só funcionem quando necessário, evitando o consumo de recursos durante períodos ociosos. Essa abordagem foi replicada em todas as máquinas da planta.

5.4.1.3 MELHORIA NA CLIMATIZAÇÃO DO QGBT

Na sala de QGBT (Quadro Geral de Distribuição de Baixa Tensão), que possui três ar-condicionados de 60.000 BTUs, implementou-se uma lógica de modulação e revezamento, com

a instalação de um sensor de temperatura no ambiente, o sensor tem o valor de R\$ 350,00. O CLP agora controla o momento ideal de partida de cada ar-condicionado, garantindo o revezamento e evitando a sobrecarga de um único aparelho, como apresentado na Figura 51.



Figura 51 – Lógica de partida dos aparelhos de ar-condicionado. Fonte [Autor].

Essa melhoria foi implementada para otimizar o uso dos aparelhos de ar-condicionado na sala do Quadro Geral de Distribuição de Baixa Tensão (QGBT). A lógica de revezamento e controle da quantidade de aparelhos em funcionamento foi desenvolvida para garantir a climatização eficiente e econômica da sala.

Com três aparelhos de 60.000 BTU's, o sistema passou a alternar o funcionamento dos equipamentos de forma a evitar o uso desnecessário, mantendo o ambiente climatizado conforme as necessidades operacionais. Essa ação contribuiu diretamente para a redução no consumo de energia elétrica, anteriormente mencionada, dentro dos R\$ 300.000,00 mensais.

Inicialmente, verificou-se que os três aparelhos de ar-condicionado operavam continuamente, independentemente da real necessidade de climatização, resultando em desperdício de energia e desgaste acelerado dos equipamentos. Para resolver essa questão, foram instalados sensores de temperatura na sala, que fornecem dados em tempo real sobre as condições ambientais.

Com base nas informações desses sensores, um Controlador Lógico Programável (CLP) foi configurado para gerenciar a operação dos aparelhos de ar-condicionado. A lógica implementada determina quantos aparelhos devem permanecer ligados em função da temperatura detectada e das condições de operação. Isso permite ajustar dinamicamente a quantidade de ar-condicionado necessário para manter a temperatura ideal na sala.

Além do controle da quantidade, a lógica inclui um sistema de revezamento entre os aparelhos de ar-condicionado. Esse revezamento garante que os aparelhos operem em ciclos,

evitando que um único aparelho suporte a carga de operação por longos períodos, o que poderia levar ao desgaste prematuro. O sistema assegura que todos os aparelhos sejam utilizados de maneira equilibrada, prolongando sua vida útil e melhorando a confiabilidade do sistema de climatização.

5.4.1.4 CONSUMO ELÉTRICO APÓS O TRABALHO DESENVOLVIDO

O gráfico apresentado na Figura 53 ilustra o consumo de energia elétrica de janeiro a maio de 2024, com uma média de 2.693,37 MWh. Quando comparado aos dados do mesmo período de 2023, apresentados na Figura 52, onde a média foi de 3.085,69 MWh, observa-se uma redução significativa de aproximadamente 392,32 MWh, o que corresponde a uma diminuição de 12,71% no consumo, um resultado que reflete economia mensal de aproximadamente R\$ 300.000,00 médio mensal. Essa redução reflete o impacto das ações de otimização energética implementadas, como os ajustes nas lógicas de operação das máquinas e o revezamento dos aparelhos de ar-condicionado, resultando em uma economia significativa para a empresa.

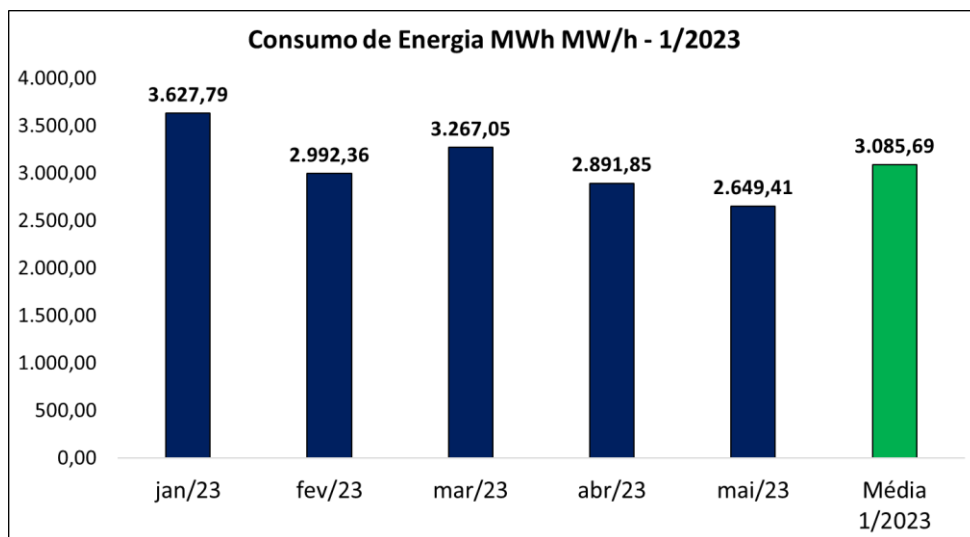
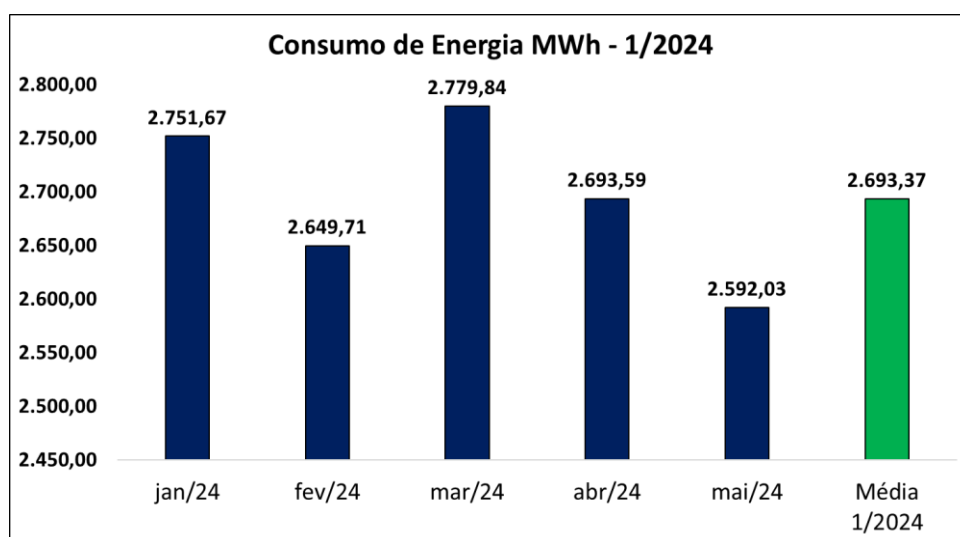


Figura 52 – Consumo medido pela concessionária 01/23 a 5/23. Fonte [Autor].

Figura 53 – Consumo medido pela concessionária 01/24 a 5/24. Fonte [Autor].

Essa redução é um reflexo direto das diversas ações implementadas para otimizar o consumo de energia. Primeiramente, foram ajustadas as lógicas de operação das máquinas, resultando em menor consumo durante períodos de inatividade. Sistemas automáticos de desligamento também foram instalados, assegurando que recursos não fossem consumidos desnecessariamente.

O gráfico de linha, apresentado na figura 54, demonstra a tendência de consumo de energia após a implementação das ações descritas neste trabalho. Observa-se uma redução



significativa no consumo, refletindo a eficácia das medidas adotadas.

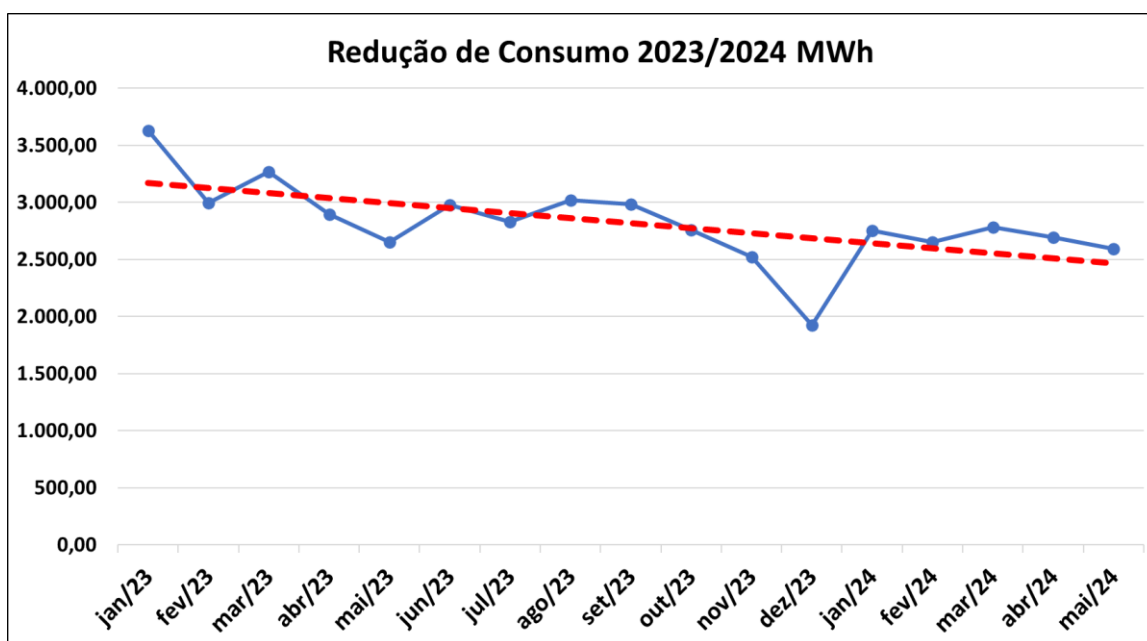


Figura 54 – Linha de tendência do Consumo medido 01/23 a 5/24. Fonte [Autor].

A linha de tendência de consumo reforça visualmente o impacto das medidas implementadas. A linha de tendência no gráfico ajuda a ilustrar a trajetória de redução no consumo de energia ao longo do tempo, evidenciando de forma clara os resultados obtidos. A comparação com o período anterior demonstra a eficácia das ações adotadas, permitindo observar de maneira objetiva o declínio no consumo energético, alinhado à meta de eficiência estabelecida pela fábrica.

Essas ações incluem a otimização da lógica de operação das máquinas, o desligamento automático das válvulas solenoides, a modulação e revezamento dos aparelhos de ar condicionado, e a identificação e correção de vazamentos de ar comprimido.

Os resultados positivos evidenciados pelo gráfico mostram a importância dessas medidas para a eficiência energética da planta, confirmando que as iniciativas tomadas contribuíram para uma operação mais sustentável e econômica.

5.4.2 REDUÇÃO DO CONSUMO DE AR COMPRIMIDO

No estudo, foi abordado a redução do consumo de ar comprimido. A identificação de vazamentos foi realizada com instrumento de captação de som, que permitiram detectar áreas de desperdício. Também foram implementadas lógicas para fechar válvulas solenoides, evitando o consumo desnecessário de ar comprimido. Essas ações visaram otimizar a operação dos compressores e reduzir os custos operacionais.

5.4.2.1 VAZAMENTOS DE AR

Para detecção e identificação de vazamentos de ar comprimido, gás, vapor e vácuo na planta, foi utilizado o equipamento Imageador Acústico Fluke ii900. Este dispositivo é fundamental para garantir a eficiência operacional e reduzir o tempo de inatividade associado a falhas em sistemas de ar comprimido e outros gases.

O Fluke ii900 na Figura 55, é um gerador de imagens acústicas que utiliza uma matriz acústica integrada composta por microfones sensíveis para captar o som gerado por vazamentos. Esse equipamento produz um espectro de níveis de decibéis por frequência, que é convertido em uma imagem sonora, a tecnologia permite sobrepor o som, com uma faixa de frequência de 2 a 100 kHz, o é ideal para a detecção antecipada de descargas parciais.



Figura 55 – Imageador Acústico Fluke. Fonte [21].

Durante o período de monitoramento, foi realizada uma ronda utilizando o equipamento, o mesmo permitiu a identificação de vazamentos que não eram visíveis a olho nu e que não podiam ser detectados pelo barulho ambiente das máquinas em operação. O Fluke ii900 é capaz de captar a frequência dos sons emitidos pelos vazamentos, mesmo em ambientes com alto nível de ruído.

Através desta tecnologia, foram detectados micro vazamentos que ocorriam durante a produção. O equipamento gerou relatórios detalhados, identificando cinco exemplos específicos de vazamentos. Esses relatórios não apenas localizaram os vazamentos, mas também quantificaram o impacto financeiro de cada um, mostrando o valor em dinheiro que estava sendo desperdiçado devido a esses vazamentos. Esta informação foi fundamental para orientar as ações corretivas necessárias e otimizar a eficiência do sistema de ar comprimido.

Para gerar o relatório detalhado, é necessário inserir informações específicas sobre as condições de funcionamento. Essas informações incluíam o tipo de gás, a pressão do sistema em bar, os custos de gás em reais por 1000 litros, os custos de eletricidade em reais por kWh, a

relação de potência específica da taxa de potência para fluxo em kW por 100 l/min, e as horas de funcionamento por ano.

Com esses dados, o relatório foi capaz de calcular e detalhar o impacto financeiro dos vazamentos detectados, estimado em R\$ 93.317,00. Esse valor representa o custo direto do desperdício causado pelos vazamentos de ar comprimido. As imagens a seguir, identificadas como Figuras 56 a 61, mostram a localização exata dos vazamentos e a especificação de cada um.

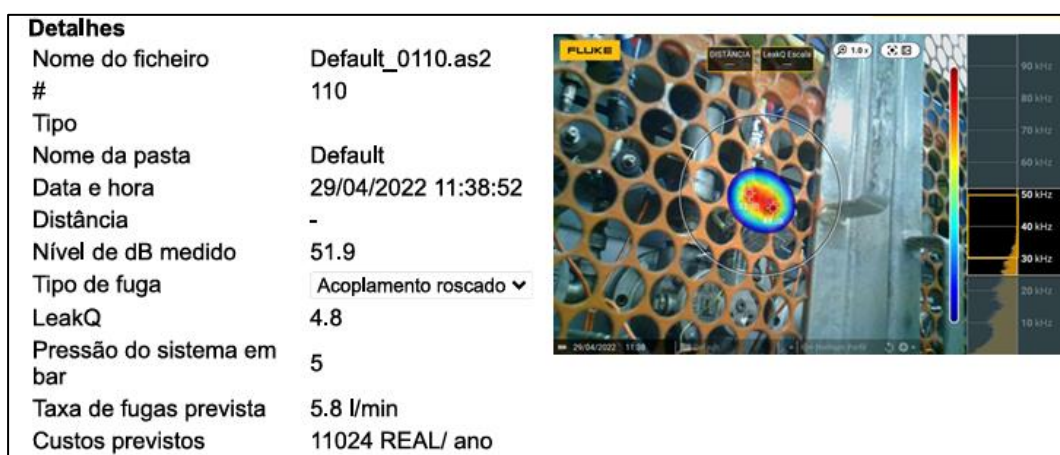


Figura 56 –Vazamento ar comprimido engate rápido LSM. Fonte [Autor].



Figura 57 –Vazamento ar comprimido forno. Fonte [Autor]



Figura 58 – Vazamento ar comprimido na mangueira da válvula. Fonte [Autor].

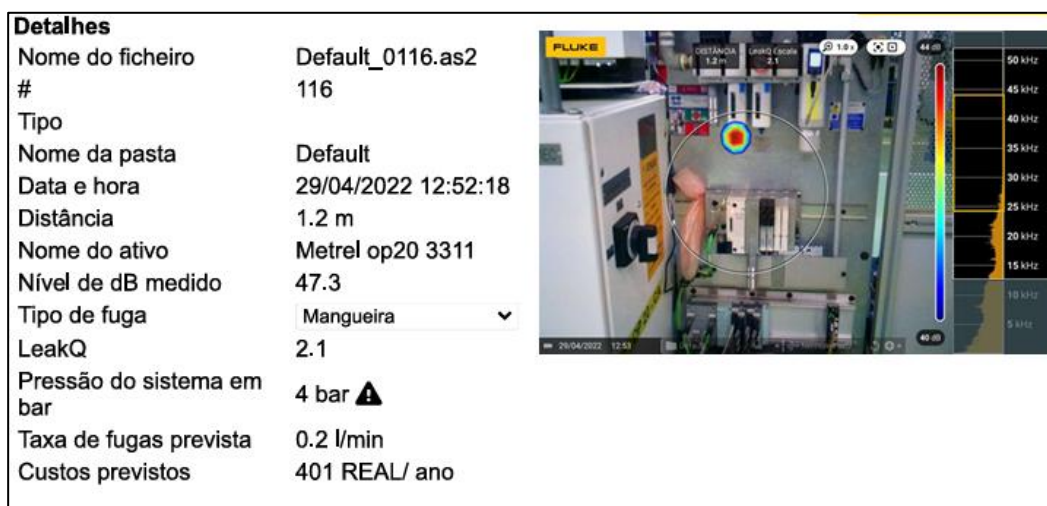


Figura 59 –Vazamento no acoplamento roscado de uma válvula. Fonte [Autor].



Figura 60 –Vazamento ar comprimido engate rápido no transportador. Fonte [Autor].



Figura 61 – Vazamento do tipo roscado tubulações. Fonte [Autor].

O relatório gerado a partir da inspeção com o equipamento de imagem acústica fornece uma visão detalhada dos vazamentos de ar comprimido identificados, apresentado na Tabela 6, com base nas medições realizadas.

MODO	Nome do Ficheiro	Taxa de fugas prevista	Custos Previstos
110	Default_0110.as2 4.8	5.8 l/min	R\$ 11.024,00
111	Default_0111.as2 4.8	1.4 l/min	R\$ 2.618,00
112	Default_0112.as2 4.9	13 l/min	R\$ 24.697,00
113	Default_0113.as2 4.10	0.7 l/min	R\$ 1.281,00
115	Default_0115.as2 4.11	28 l/min	R\$ 53.296,00
116	Default_0116.as2 4.12	0.2 l/min	R\$ 401,00
	Total	49.1 l/min	R\$ 93.317,00/Ano

Tabela 6 – Resumo de Fugas. Fonte: [Autor].

Os dados coletados revelaram que no total de 6 vazamentos identificados soma-se 49.1 litros de ar por minuto, resultando em um custo anual estimado de **R\$ 93.317,00** para a empresa. Esse valor reflete o custo que os vazamentos representam em termos de desperdício de ar comprimido e energia.

Para exemplificar, consideremos alguns casos específicos:

- Um vazamento com uma taxa de 5.8 litros por minuto gerou um custo anual de R\$ 11.024,00.
- Outro vazamento de 0.7 litros por minuto resultou em um custo anual de R\$ 1.281,00.
- Vazamentos maiores, como o de 28 litros por minuto, causaram um custo anual de R\$ 53.296,00.

Esses exemplos demonstram que até mesmo pequenos vazamentos podem ter um impacto financeiro considerável. Através do relatório, fica evidente que pequenas falhas, como furos milimétricos, não são meramente problemas menores, mas sim questões que podem levar a perdas financeiras substanciais ao longo do tempo. O monitoramento e a correção desses vazamentos são, portanto, essenciais para reduzir custos e melhorar a eficiência operacional da empresa.

5.4.2.2 INTERTRAVAMENTO DAS VÁLVULAS SOLENOIDES

Para abordar o consumo durante os períodos de inatividade das máquinas, foram realizadas mudanças na lógica de operação. Foi adicionado intertravamentos, como na Figura 62, que somente permitem que a máquina funcione e acione válvulas de ar quando realmente houver necessidade.

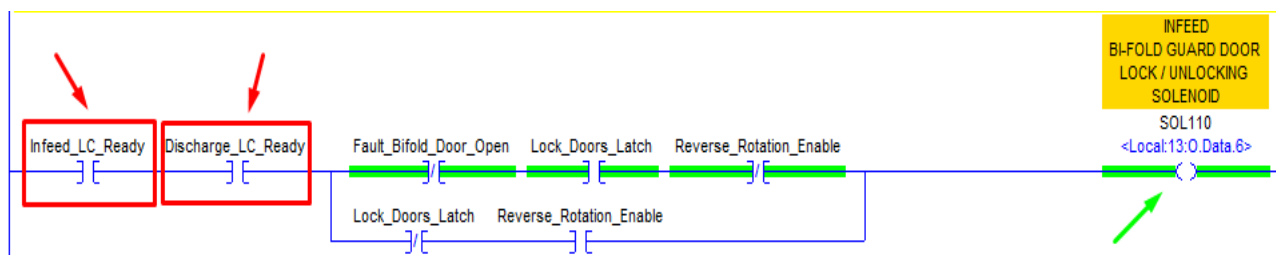


Figura 62 – Esteira de entrada e saída do Necker permitindo acionar solenoide de ar. Fonte [Autor].

A Figura 63 apresenta um gráfico de linha que demonstra a tendência de consumo dos compressores após a implementação das ações descritas. Observa-se uma redução significativa no consumo de energia dos compressores, resultado das medidas adotadas, como a identificação e correção de vazamentos de ar comprimido, a otimização das lógicas de operação e a redução do set point de pressão.

No entanto, é importante destacar que houve um pico de consumo no mês de março de 2024, explicado pela utilização de uma máquina de limpeza dos fornos que empregava o ar comprimido como sua principal fonte de energia.

Durante esse período, foi realizada a limpeza completa de todos os fornos da fábrica, o que elevou o consumo de ar comprimido e, consequentemente, o consumo energético dos compressores. Esse aumento temporário, embora elevado, foi necessário para a manutenção da operação dos fornos, garantindo seu funcionamento adequado nos meses seguintes.

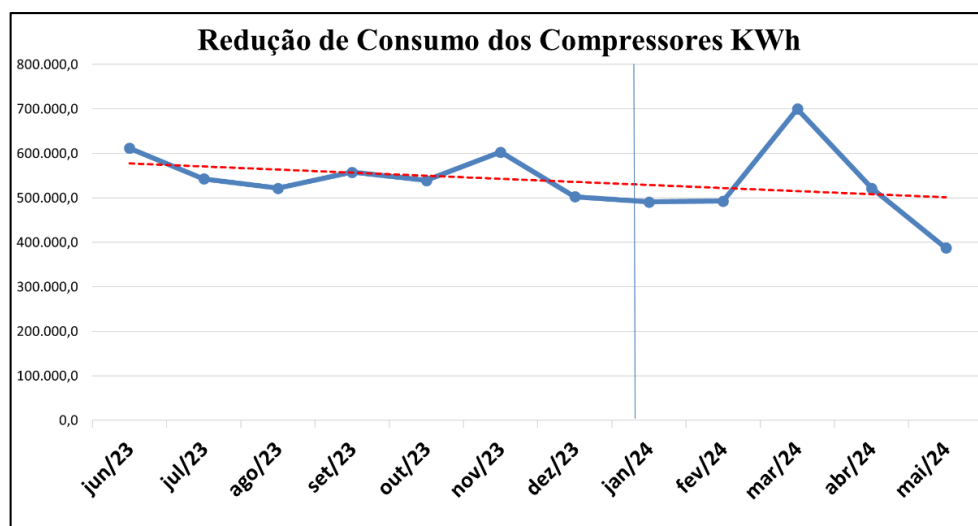


Figura 63 – Consumo dos compressores 06/23 a 5/24. Fonte [Autor].

5.4.3 REDUÇÃO DO CONSUMO GÁS GLP

Foi revisada a programação das paradas para manutenção. A análise dos dados coletados indicou que as máquinas frequentemente permaneciam ligadas durante os períodos de manutenção, resultando em consumo desnecessário de energia e gás.

Para resolver este problema, foi implementada uma programação que assegura que todas as máquinas sejam completamente desligadas durante as manutenções programadas. Essa medida adicional reduziu o consumo de energia e gás. Otimizando o consumo de gás nos fornos que utilizam GLP, foi implementado um sistema de standby, como mostra a Figura 64, que opera de forma semelhante ao sistema utilizado para os solenoides de ar comprimido. Esse sistema visa reduzir o consumo de gás durante os períodos em que o forno não estiver em uso, ao mesmo tempo que garante uma rápida retomada da operação quando necessário.

O forno demora um certo tempo para aumentar a temperatura, e, da mesma forma, para baixar a temperatura. Para controlar isso de forma eficiente, sensores indutivos adicionais foram instalados nas rotas tanto na parte traseira quanto na parte frontal do forno. Esses sensores ajudam a monitorar a presença de latas e a encontrar um ponto de equilíbrio onde o forno possa reduzir sua temperatura de forma segura e eficiente.

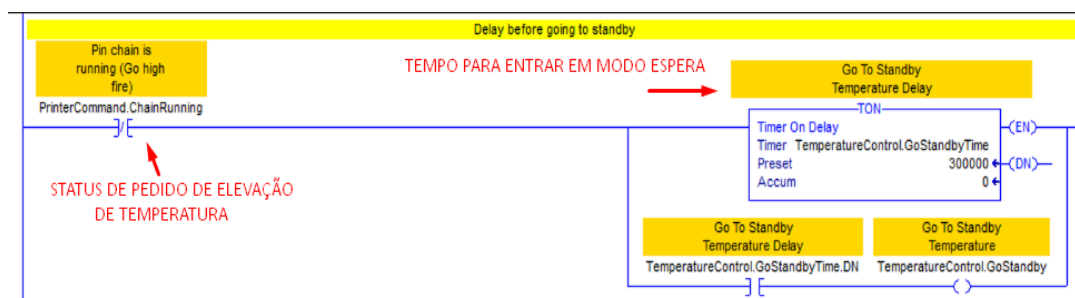


Figura 64 – Comando para Pin Oven entrar em modo espera Fonte [Autor].

Quando não há latas na esteira a uma distância suficiente para permitir que o forno abaixe sua temperatura, e as esteiras à frente podem comportar o forno girando, o forno entra em modo standby. Nesse modo, a válvula proporcional reduz a vazão de gás e a temperatura do forno é baixada até um nível de segurança. Assim que os sensores detectam que as latas estão se aproximando da entrada do forno e há espaço suficiente nas esteiras à frente, o forno eleva automaticamente a temperatura de volta ao nível operacional necessário.

Todo o processo é automatizado para garantir a eficiência máxima. Além disso, o sistema de contabilidade o tempo que o forno permanece em modo standby. Se esse tempo ultrapassar um limite determinado, um sinal sonoro é emitido e uma opção é oferecida ao operador para decidir se deve manter o forno ligado ou desligá-lo completamente, evitando que o forno permaneça em standby por tempo indeterminado e garantindo que o forno não fique em standby por mais tempo do que é necessário.

Essa abordagem reduz o consumo de gás durante os períodos de inatividade, mas também garante que os fornos estejam prontos para operação assim que necessário.

A figura 65 mostra um gráfico de linha que ilustra a tendência de consumo de gás após a implementação das medidas descritas. É possível observar uma redução no consumo, o que evidencia a eficácia das ações adotadas, como a implantação do sistema de standby nos fornos e a otimização da lógica de operação das máquinas. Esses resultados positivos destacam a relevância das estratégias implementadas para melhorar a eficiência energética da empresa.

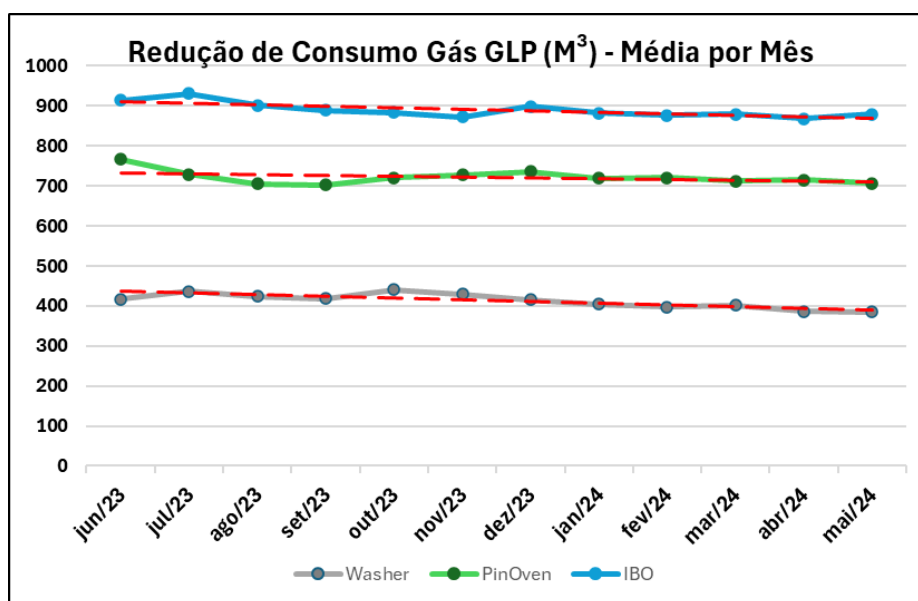


Figura 65 – Consumo Gás médio por mês 06/23 a 5/24. Fonte [Autor]

6. CONCLUSÃO

Ao longo deste estudo, foi possível demonstrar a importância de uma gestão eficiente do consumo energético e dos recursos utilizados na fábrica. A partir da coleta e análise dos dados energéticos entre janeiro de 2023 e maio de 2024, identificou-se oportunidades para otimizar o consumo, que resultaram em ações para reduzir desperdícios e custos.

O consumo médio de energia elétrica foi reduzido de 3.085,69 MWh, no período de janeiro a maio de 2023, para 2.693,37 MWh no mesmo período de 2024, o que representa uma redução de aproximadamente 12,71%. Em termos financeiros, essa redução corresponde a uma economia estimada de R\$ 230.000,00 nesse período.

Além disso, a detecção de vazamentos no sistema de ar comprimido, realizada com instrumentos da Fluke, revelou o desperdício que gerava um custo mensal de aproximadamente R\$ 93.317,00. As ações corretivas, como o fechamento automático de válvulas solenoides e a implementação de lógicas de desligamento durante períodos de inatividade, permitiram minimizar esses desperdícios, melhorando a eficiência dos compressores.

Por fim, a análise contínua dos dados e a utilização de indicadores de desempenho possibilitaram o acompanhamento dos resultados, permitindo ajustes e futuros planejamentos para renegociar contratos de energia. Embora haja necessidade de novas medições e estudos mais detalhados, o projeto demonstrou o impacto positivo da gestão energética na redução de custos e na eficiência operacional da fábrica, gerando resultados sustentáveis para o futuro.

7. PROJETOS FUTUROS

Com base nos resultados alcançados até agora, a empresa está comprometida em continuar sua jornada rumo à eficiência energética e à sustentabilidade. Para isso, projetos futuros foi delineado, visando não apenas manter, mas também ampliar os benefícios obtidos. Essas iniciativas abrangem diversos aspectos, desde a redução da demanda contratada de energia até a capacitação dos colaboradores e a implementação de tecnologias avançadas de monitoramento. A seguir, são apresentados os principais projetos planejados para os próximos períodos.

7.1 ESTUDO DE REDUÇÃO DE DEMANDA

Um dos focos principais para os próximos períodos é a continuidade do estudo de redução da demanda contratada de energia elétrica. Com base nos dados coletados, que indicaram um desvio médio significativo entre a demanda contratada e a demanda real utilizada, será realizado um estudo detalhado e contínuo. Este estudo visa ajustar a demanda contratada com a fornecedora de energia, buscando otimizar os custos sem comprometer a operação da fábrica.

Para garantir uma abordagem segura e eficaz, serão realizadas análises mensais detalhadas do consumo de energia. Essas análises permitirão monitorar continuamente os padrões de consumo e identificar possíveis picos de demanda. A partir desses dados, será possível avaliar até que ponto a demanda contratada pode ser reduzida sem o risco de ultrapassar os limites em momentos de maior necessidade.

Além disso, a empresa estabelecerá uma comunicação contínua com a concessionária de energia, colaborando para estudar e projetar a redução da demanda contratada. Essa parceria será essencial para garantir que as mudanças sejam implementadas de maneira segura e eficiente, evitando penalidades por ultrapassagem de demanda e garantindo a estabilidade do fornecimento de energia. A Figura 66 apresenta o monitoramento instantâneo da fábrica.



Figura 66 – Acompanhamento instantâneo da Demanda. Fonte [Autor].

7.2 TREINAMENTOS E SENSIBILIZAÇÃO DOS COLABORADORES

A implementação de um programa de treinamento e sensibilização dos colaboradores é uma das iniciativas cruciais para assegurar a eficiência energética e a sustentabilidade da empresa a longo prazo. Este programa tem como objetivo educar e capacitar os funcionários sobre as melhores práticas de eficiência energética, bem como sobre a importância do uso racional dos recursos energéticos. A seguir, descrevem-se os métodos e abordagens que serão utilizados para conduzir esses treinamentos:

Sessões de Formação Presenciais: Serão realizadas sessões de formação presenciais, onde especialistas em eficiência energética conduzirão workshops interativos. Nessas sessões, os colaboradores aprenderão sobre os princípios básicos de eficiência energética, técnicas para identificar desperdícios e estratégias para eliminá-los. Além disso, serão apresentados estudos de caso e exemplos práticos que ilustram o impacto positivo de práticas eficientes.

Treinamentos Online e Webinars: Para alcançar um maior número de colaboradores e garantir flexibilidade no aprendizado, serão oferecidos treinamentos online e webinars. Esses treinamentos permitirão que os funcionários acessem o conteúdo de forma conveniente, a partir de qualquer local e a qualquer momento. Os webinars incluirão palestras de especialistas, demonstrações práticas e sessões de perguntas e respostas para esclarecer dúvidas.

Manuais e Guias de Boas Práticas: Serão desenvolvidos e distribuídos manuais e guias de boas práticas de eficiência energética. Esses materiais servirão como referência para os colaboradores, fornecendo orientações detalhadas sobre como identificar e corrigir desperdícios, além de destacar a importância do uso eficiente dos recursos energéticos.

Campanhas de Conscientização: Campanhas de conscientização serão realizadas periodicamente para manter os colaboradores engajados e informados sobre as iniciativas de eficiência energética. Essas campanhas incluirão posters, e-mails informativos, palestras

motivacionais e concursos internos que incentivem os funcionários a adotarem práticas sustentáveis no dia a dia.

Simulações e Exercícios Práticos: Para consolidar o aprendizado teórico, serão realizados exercícios práticos e simulações. Os colaboradores participarão de atividades que simulem situações reais de desperdício energético, permitindo que apliquem os conhecimentos adquiridos para resolver problemas e otimizar o uso de energia. Essas atividades práticas ajudarão a reforçar a compreensão e a habilidade dos funcionários em identificar e implementar medidas de eficiência.

Monitoramento e Feedback Contínuo: O programa de treinamento incluirá um sistema de monitoramento e feedback contínuo. Serão realizados acompanhamentos periódicos para avaliar o progresso dos colaboradores e identificar áreas que necessitem de reforço. Feedbacks construtivos serão fornecidos regularmente, incentivando a melhoria contínua e o compromisso com as práticas de eficiência energética.

Incentivos e Reconhecimentos: Para motivar os colaboradores a adotarem e manterem práticas eficientes, serão implementados programas de incentivos e reconhecimentos. Os funcionários que se destacarem na aplicação das melhores práticas de eficiência energética serão reconhecidos publicamente e recompensados. Isso ajudará a criar uma cultura de valorização e incentivo ao uso sustentável dos recursos.

O programa de treinamento e sensibilização dos colaboradores é essencial para promover uma mudança cultural dentro da empresa. Ao equipar os funcionários com o conhecimento e as ferramentas necessárias para adotar práticas de eficiência energética, a empresa garantirá não apenas a redução dos custos operacionais, mas também contribuirá para a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental.

7.3 EXPANSÃO DO USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Como parte do compromisso contínuo com a sustentabilidade e a redução dos custos energéticos, a empresa está planejando a expansão do uso de energias renováveis. Esta iniciativa visa não só diminuir a dependência de fontes de energia não-renováveis, mas também reduzir a pegada de carbono. As ações e estudos em andamento incluem:

Aquecimento Solar de Água em Processos de Tratamento na Washer: A implementação de sistemas de aquecimento solar de água está sendo considerada para substituir os métodos convencionais nos processos de tratamento na Washer, que requerem aquecimento constante. Esta mudança pode resultar em economias significativas de energia e redução de

emissões de CO₂. Estudos estão sendo conduzidos para avaliar a viabilidade técnica e econômica, incluindo a análise de custo-benefício, impacto ambiental e retorno sobre o investimento.

Energia Solar Fotovoltaica: A instalação de painéis solares fotovoltaicos nos telhados das instalações administrativas e industriais está em análise. A energia gerada por esses painéis pode atender parte da demanda energética da fábrica, diminuindo a dependência de fontes de energia não-renováveis e reduzindo os custos operacionais a longo prazo. A viabilidade técnica e econômica desta iniciativa está sendo avaliada, considerando o potencial de geração de energia, o investimento necessário e o retorno esperado.

Estudos de Outras Fontes Renováveis: Além do aquecimento solar e da energia solar fotovoltaica, outras fontes de energia renovável, como biomassa e energia eólica, estão sendo consideradas. A utilização de resíduos orgânicos para a geração de energia e a instalação de turbinas eólicas em áreas estratégicas da fábrica são opções viáveis para diversificar a matriz energética e aumentar a sustentabilidade das operações. Estudos de viabilidade estão em andamento para identificar as melhores soluções.

Parcerias e Incentivos: A empresa está buscando parcerias com instituições especializadas e aproveitando incentivos governamentais para a implementação de projetos de energia renovável. Essas parcerias podem facilitar o acesso a tecnologias avançadas e o financiamento para projetos de energia sustentável, acelerando a transição para uma matriz energética mais limpa e eficiente.

Para garantir a continuidade do trabalho desenvolvido até agora, é fundamental integrar esses novos projetos de energias renováveis com as ações já implementadas para otimização do consumo de energia. A coleta de dados e a análise contínua do consumo energético permitirão a avaliação precisa do impacto dessas novas iniciativas e a realização de ajustes conforme necessário. Com um monitoramento rigoroso e uma abordagem proativa, a empresa estará bem posicionada para alcançar seus objetivos de eficiência energética e sustentabilidade, mantendo o foco na melhoria contínua e na inovação.

REFERÊNCIAS

- [1] **Linhas para Latas de Bebidas | Stolle Machinery.** Disponível em: <<https://www.stollemachinery.com/pt-br/linhas-para-latas-de-bebidas>>. Acesso em: 28 jul. 2024.
- [2] **Perfecto.** Disponível em: <https://www.perfectoindustries.com/container_lines.htm>. Acesso em: 28 jul. 2024.
- [3] SUSTENTABLE, D. **Latas de alumínio: ¿qué ahorramos cuando las reciclamos?** Disponível em: <<https://www.diariosustentable.com/2022/05/latas-de-aluminio-que-ahorramos-cuando-las-reciclamos/>>. Acesso em: 28 jul. 2024.
- [4] **O passo a passo na fabricação da lata de alumínio | Abralatas.** Disponível em: <<https://www.abralatas.org.br/o-passo-a-passo-na-fabricacao-da-lata-de-aluminio/>>.
- [5] MUNDOLATAS. **Forno de pinos Latas de alumínio de pino Forno de pino.** Disponível em: <<https://mundolatas.com/pt-br/forno-de-pinos-latas-de-aluminio-de-pino-forno-de-pino/>>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- [6] JÚNIOR, C.; LUIS, C. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: estudo de otimização da aplicação de verniz interno em latas de alumínio para equalização e redução do consumo de verniz das máquinas Inside Spray. **repositorio.unis.edu.br**, 30 nov. 2011.
- [7] **Internal Bake Ovens – Greenbank Technology – Innovation In Thermal Process Engineering.** Disponível em: <<https://greenbanktechnology.co.uk/internal-bake-ovens/>>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- [8] **The Belvac Necker.** Disponível em: <<https://www.belvac.com/machine/the-belvac-necker/>>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- [9] **NOVELIS. Necker flanger.** Pindamonhangaba: Novelis do Brasil, CTL, 2010c. 7 p

- [10] **BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Plano Nacional de Eficiência Energética: premissas e diretrizes básicas. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. 2011. 156p.** Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/914>. Acesso em: 04 de out. 2022.
- [11] **GUIA PARA APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR ISO 50001 GESTÃO DE ENERGIA.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://energif.mec.gov.br/images/materiais/materiais8.pdf>.
- [12] PEREIRA, D. A. **Ciclo PDCA: O Caminho para a Melhoria Contínua nas Empresas.** Disponível em: <https://docnix.com.br/ferramentas-metodos/ciclo-pdca-o-caminho-para-a-melhoria-continua-nas-empresas/>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- [13] **Portal Sebrae - Sebrae.** Disponível em: <https://sebrae.com.br/>.
- [14] **O que é sustentabilidade? A contribuição da energia solar para um futuro sustentável.** Disponível em: <https://www.solledenergia.com.br/o-que-e-sustentabilidade/>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- [15] **Como a bilionária reciclagem de latinhas pode inspirar mais empresas?** Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2021/01/12/como-a-bilionaria-reciclagem-de-latinhas-pode-inspirar-mais-empresas.htm>.
- [16] **GSTÃOPRO; AE7. Responsabilidade Social Corporativa na Indústria | GestãoPro Blog.** Disponível em: <https://gestao.ind.br/blog/sustentabilidade/responsabilidade-social-corporativa-na-industria#:~:text=A%20Responsabilidade%20Social%20Corporativa%20na>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- [17] **Elster QA/QAE Medidor Turbina e Quantômetro Honeywell - Total Automação Industrial.** Disponível em: <https://www.totalautomacao.com.br/produto/medidor-turbina-e-quantometro-honeywell-elster-qa-qae/>. Acesso em: 5 ago. 2024.

[18] **Série ESD - Economia de energia como padrão – KAESER COMPRESSORES DO BRASIL LTDA.** Disponível em: <<https://br.kaeser.com/sobre-nos/imprensa/boletins-de-imprensa/a-esd.aspx>>. Acesso em: 5 ago. 2024.

[19] **Schneider Electric Brasil | Especialista global em gerenciamento de energia e automação.** Disponível em: <<https://www.se.com/br/pt/>>.

[20] **Cubículos Blindados de Média Tensão - Sec Painéis.** Disponível em: <<https://www.secpaineis.com.br/produto/cubiculos-blindados-de-media-tensao/>>. Acesso em: 5 ago. 2024.

[21] **FLUKE. Imageador Acústico Detector de Descargas Parciais | Imageador Acústico de Precisão ii910.** Disponível em: <<https://www.fluke.com/pt-br/produto/geracao-industrial-de-imagens/imageador-acustico-de-precisato-ii910>>. Acesso em: 5 ago. 2024.