



UFC

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

MARIA LETÍCIA FERREIRA PEREIRA

**REDUÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDA DE LATA E EXTRATO EM UMA
INDÚSTRIA DE BEBIDAS.**

FORTALEZA

2023

MARIA LETÍCIA FERREIRA PEREIRA

**REDUÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDA DE LATA E EXTRATO EM UMA
INDÚSTRIA DE BEBIDAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. João José Hiluy Filho

FORTALEZA

2023

MARIA LETÍCIA FERREIRA PEREIRA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- P493r Pereira, Maria Letícia Ferreira.
Redução dos índices de perda de lata e extrato em uma indústria de bebidas / Maria Letícia Ferreira Pereira. – 2023.
45 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Química, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. João José Hiluy Filho.
1. Melhoria contínua. 2. Kaizen. 3. Envasamento. 4. Manutenção. 5. TPM. I. Título.
- CDD 660
-

**REDUÇÃO DOS ÍNDICES DE PERDA DE LATA E EXTRATO EM UMA
INDÚSTRIA DE BEBIDAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Química.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João José Hiluy Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Tiago Albuquerque
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Daniel Gonçalves
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico à Letícia adolescente que
queria ser Engenheira Química.
Perseverei por nós duas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a mim mesma que não desisti, apesar de todas as dificuldades, e tive forças para conseguir tornar realidade todas as coisas que um dia imaginei.

Agradeço a Deus, aos anjos e santos que me guiam todos os dias.

À minha mãe, Reijane, que sempre acreditou em mim. Todas as vezes que eu tinha uma prova difícil mandava mensagem para ela falando “Reze por mim, mainha”. E ela rezava. E tudo dava certo. Seguirei buscando ter um coração manso e humilde igual ao seu.

À minha irmã, Maria Eduarda, futura Engenheira de Produção e meu maior orgulho. Já passamos por muita coisa juntas e separadas, mas acredite, a vida só melhora. Tomo como missão tornar tudo mais simples para você.

Ao meu pai, Francimar, que queria que eu fosse médica, mas hoje ganha uma Engenheira Química.

Ao meu cachorro, Tony, que tanto me arranca sorrisos e deixa minha vida mais leve e feliz.

À Nina, a gata de estimação da minha irmã. Sua plenitude me inspira.

À Isadora Tavares por ser meu porto seguro e estar ao meu lado em todos os momentos, dos pacíficos aos meus caóticos. Para sempre minha dupla.

Às minhas amigas de graduação, Gabriela Barros e Sarah Bernardo, não teria conseguido sem vocês. Obrigada por toda a parceria.

Aos meus amigos Maria Deiliane e Paulo Costa por me entenderem como ninguém nunca entendeu. Estamos juntos nessa e vamos vencer.

À Escola Piloto de Engenharia Química (EPEQ) e à Ciclo Jr., por oferecerem oportunidades de desenvolvimento profissional e por contribuírem para a minha formação além das salas de aula.

Aos amigos que fiz na EPEQ: Sarah Oliveira, Ítalo Gomes e Thierry Rodrigues. Agradeço por compartilharem comigo não apenas o aprendizado e os desafios acadêmicos, mas também momentos de diversão e companheirismo. Quando penso nas pessoas que mais me inspiraram durante a minha jornada na UFC, penso em vocês.

Aos amigos que fiz na iniciação científica no Laboratório GPBio: Carlos, Edvan e Tiago, amo vocês! Obrigada por toda a paciência e disposição para sempre me ajudar quando precisei.

Às minhas amigas de longa data Jéssica Martins e Victoria Pinheiro, crescemos juntas e nos tornamos mulheres incríveis. Os caminhos da vida nos distanciaram, mas sempre vai existir aquela coisa que nos une sempre e de novo. Acho que não preciso dizer qual é.

Ao meu orientador, João José Hiluy Filho, que me acompanha de diferentes formas desde o meu primeiro semestre de graduação. Agradeço pela orientação e suporte ao longo deste trabalho, como também por todos os ensinamentos que sua experiência me trouxe.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e à Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) por terem me acolhido desde o primeiro semestre e me ajudado a manter minha permanência na universidade. Sou eternamente grata.

Por fim, muito obrigada a todos que fizeram parte da minha jornada acadêmica de forma direta ou indireta. As pessoas que conheço na caminhada sempre são a melhor parte de tudo.

“They can’t scare me if I scare them first.”

Lady Gaga

RESUMO

No contexto atual, a melhoria contínua dos processos industriais no chão de fábrica não somente convém para redução de custos e perdas, mas também para fins de criação de um ambiente de engajamento do operador e que busca agregar valor e conhecimento para suas atividades. As principais perdas encontradas dentro de uma indústria de bebidas são: perda de extrato (líquido fabricado), perda de latas, garrafas ou qualquer outro material usado para envasar o extrato produzido, perdas relacionadas às utilidades industriais, matérias primas como a soda cáustica, entre outras. O presente trabalho consiste na apresentação de metodologias e ferramentas de melhoria contínua aplicadas em uma indústria local para reduzir as perdas de lata e extrato no processo de envasamento de bebidas. A aplicação das metodologias Value Stream Mapping, Unified Problem Solving, Análise de Causa Raiz da Falha e formação de Times de Kaizen teve a participação dos operadores do setor, como também da sua respectiva supervisão. Essas metodologias foram aplicadas na forma de dois times de Kaizen, um com foco na perda de latas e outro na perda de extrato, ambos seguindo uma sequência definida de passos e estabelecendo objetivos quantificados, como já é o padrão para um time dessa natureza. Foram investigadas as causas raiz de cada perda e postas em prática ações que diminuíssem o máximo possível o problema. Após a implementação total das ações, os objetivos foram atendidos. Em comparação com o período anterior medido, o processo analisado reduziu o percentual médio de perdas de latas de 1,02% para 0,36% e o percentual médio de perda de extrato de 1,65% para 0,44% após as medidas implementadas.

Palavras-chave: melhoria contínua; kaizen; TPM; manutenção; envasamento.

ABSTRACT

In the current context, the continuous improvement of the industrial processes on the shop floor is not just a matter of reducing costs or losses, but also a way of creating an environment that engages coworkers and values providing new knowledge and tasks day after day. This study demonstrates the application of continuous improvement methodologies and tools to reduce Can and Extract losses on a packaging shop floor at a local industry. Some of these methodologies are called Value Stream Mapping, Unified Problem Solving, Root Cause Failure Analysis and Kaizen Teams and they were applied with the help from the machine's operators and their supervisors. Two Kaizen Teams were created, one with focus on Can loss and the other on the Extract loss, both following the same already defined steps and establishing quantified goals, as is already expected from a team of its nature. The root cause of every loss was investigated and corrective actions were established so these losses could be reduced as much as possible. After this, all the goals were achieved. In comparison with the previous measured period, the analyzed process reduced the average percentage of can losses from 1,02% to 0,36% and the average percentage of extract losses from 1,65% to 0,44% after the implemented actions.

Keywords: continuous improvement; kaizen; TPM; maintenance; packaging.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas de envase da linha de lata.....	16
Figura 2 – Empilhador colocando um pallet de latas para início do processo de despaletização	17
Figura 3 – Etapas de como montar um Value Stream Mapping.....	19
Figura 4 – Etapas de como aplicar o Unified Problem Solving.....	20
Figura 5 – Composição da RCFA.....	22
Figura 6 – Inspetor de Latas Vazias (Pressco) 1.....	26
Figura 7 – Inspetor de Latas Vazias (Pressco) 2.....	27
Figura 8 – Inspetor de Latas Vazias (Pressco) 3.....	27
Figura 9 – Mapeamento da lata feito pelo equipamento.....	28
Figura 10 – Divisão da imagem em pixels para melhor inspeção pelo algoritmo.....	28
Figura 11 – Enchedora de latas.....	29
Figura 12 – IHM da Enchedora.....	30
Figura 13 – Heuft.....	31
Figura 14 – IHM do Heuft.....	32
Figura 15 – Heufts 1 e 2.....	32
Figura 16 – Desgastes na esteira do Pressco.....	33
Figura 17 – CPU do Pressco.....	34
Figura 18 – Inspeção das válvulas da Enchedora.....	36
Figura 19 – Comparação entre um dos componentes da válvula gasto vs. novo.....	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Dados mensais da perda de lata antes da formação do time.....	37
Gráfico 2 – Dados mensais da perda de lata após a conclusão do time.....	38
Gráfico 3 – Custos mensais das perdas de lata.....	38
Gráfico 4 – Dados mensais da perda de extrato antes da formação do time.....	39
Gráfico 5 – Dados semanais da perda de extrato antes da formação do time.....	40
Gráfico 6 – Dados mensais da perda de extrato após a formação do time.....	40
Gráfico 7 – Custos mensais da perda de extrato.....	41
Gráfico 8 – Dados diários da perda de extrato no primeiro mês de manutenção das válvulas.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Latas envasadas e suas capacidades diárias de produção	16
Quadro 2 – Diagrama SIPOC do processo de latas	25
Quadro 3 – Volume mínimo de enchimento de acordo com o Inmetro	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4Ms	Métodos, Mão de Obra, Materiais e Máquinas
AM	Ação de Melhoria
DCS	Root Cause Failure Analysis
IHM	Interface Homem Máquina
LPP	Lição Ponto a Ponto
OM	Oportunidade de Melhoria
PPE	Ponto de Perda de Extrato
PPL	Ponto de Perda de Lata
QD	Quantidade de latas que entraram na Despaletizadora
QP	Quantidade de latas que saíram na Paletizadora
RCFA	Root Cause Failure Analysis
SKU	Stock Keeping Unit
TPM	Total Productive Maintenance
UPS	Unified Problem Solving
VSM	Value Stream Mapping

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	15
1.1.1	Objetivo Geral	15
1.1.2	Objetivo Específico	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Manutenção Produtiva Total (TPM)	16
2.2	Value Stream Mapping (VSM)	17
2.3	Unified Problem Solving (UPS)	17
2.4	Times de Kaizen	19
2.5	Análise de Causa Raiz da Falha (RCFA)	20
2.6	Envasamento de Bebidas	21
3	METODOLOGIA	24
3.1	Mapeamento de Processos	24
3.1.1	Inspetor de Latas Vazias (Pressco Technology)	26
3.1.2	Enchedora e Recravadora	29
3.1.3	Inspetor eletrônico de nível e de lata tampada (Heuft)	30
3.2	Perda de Latas Vazias	33
3.3	Perda de Latas Cheias e Extrato	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Perda de Latas	37
4.2	Perda de Extrato	39
5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

O conceito de Melhoria Contínua e as diversas metodologias que o acompanha passou a ser imprescindível na maioria das organizações. O tripé zero perdas, zero quebras e zero acidentes norteia as indústrias ao redor do mundo em busca do objetivo da excelência operacional.

O trabalho da melhoria contínua está na grande tarefa em desenvolver uma empresa para a capacidade em trabalhar e implementar inovação em seus serviços de maneira que proporcione uma melhora significativa para as suas atividades. Para tanto é necessário que a empresa seja capaz de lidar com os potenciais obstáculos, e tente aplicar uma estratégia para gerar um desenvolvimento progressivo e constante que controle e faça diferença (GONZALES; MARTINS, 2007).

O método Kaizen, conhecido método de melhoria contínua, vem de uma palavra japonesa que significa “mudança para melhor”. No contexto dos negócios, esse conceito se traduz em uma estratégia que se concentra em implementar mudanças contínuas e graduais para melhorar a eficiência e a qualidade. Ou seja, ao invés de fazer uma grande mudança de uma só vez, o Kaizen incentiva pequenos ajustes que, ao longo do tempo, resultam em melhorias significativas.

Para aplicação da melhoria contínua dentro das organizações alguns fatores como preparo e capacitação dos funcionários, suporte e abertura para implantação de mudanças inovadoras, são fundamentais para o sucesso do conceito, entretanto muitas organizações apresentam dificuldade em lidar com mudanças em seu sistema interno, gerando uma certa instabilidade que funcionaram como obstáculos importantes para a conquista de seus objetivos (ABREU; MORAES; WOIDA, 2014).

A implementação do conceito de melhoria contínua ainda pode ser complicado para algumas empresas que não possuem capacidade de suportar mudanças inovadoras, conhecimento adequado e competência para lidar com as situações. Saber lidar com a mudanças e conseguir acompanhar as inovações que são implementadas, são dois fatores muito importantes para o sucesso do conceito, no entanto se deve pensar que este trabalho não deve ser feito apenas pela organização como também é necessário ser desenvolvido pelos funcionários que precisam ter capacitação especializada para lidar com as novas atividades da empresa (MESQUITA; ALLIPRADINI, 2003).

O desafio mais importante de todo engenheiro é achar soluções para resolver os problemas de suas respectivas empresas de trabalho. Para esses profissionais que trabalham no chão de fábrica, sua missão no dia a dia se concentra basicamente em elevar o nível de excelência das atividades de manutenção, objetivando a redução de falhas, perdas, sem poluição, sem gastos desnecessários, sem acidentes e sem erros, além de promover o aumento da disponibilidade dos equipamentos, e por consequência, aumentar a produtividade.

Tendo em vista esse foco, o presente trabalho visou colocar em prática as ferramentas que a Total Productive Maintenance (TPM) nos oferece para reduzir as perdas e custos dentro da área de envase de uma indústria de bebidas. Para isso, foram escolhidas as duas maiores perdas que atingem o setor: a perda de latas vazias e cheias, sendo a perda de latas cheias a mais agravante, pois é também acompanhada da perda de extrato (bebida), já que todo o conteúdo vai para descarte. Ou seja, o presente estudo analisa a perda de latas e extrato.

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo Geral*

O principal objetivo deste trabalho foi contribuir para a redução das perdas de latas e extrato presentes no setor de envasamento de uma cervejaria através da aplicação de metodologias de melhoria contínua.

1.1.2 *Objetivo Específico*

- (a) Revisar as condições básicas dos equipamentos;
- (b) Identificação, quantificação e implementação de oportunidades de melhoria nas linhas de envasamento;
- (c) Reduzir gastos eliminando as duas perdas mais custosas para a unidade: perda de latas e per

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Envasamento de Bebidas

A planta em estudo é responsável pelo envasamento de cerveja será distribuída por estados das regiões Norte e Nordeste do Brasil, atendendo a uma demanda média mensal de 100.000 hectolitros de bebida. A fábrica possui apenas uma linha de envasamento de latas que suporta os seguintes Stock Keeping Units (SKUs):

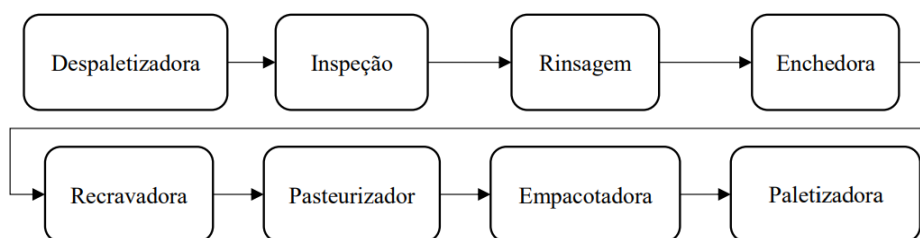
Quadro 1 - Latas envasadas e suas capacidades diárias de produção

Lata	Capacidade Diária (hL)
269mL	5.810,4hL
350mL	7.560hL
473mL	10.216,8hL

Fonte: Elaborado pela autora.

O processo de envase das latas demonstrado na Figura 4 será detalhado através de etapas que contemplam a despaletização das latas enviadas pelo fabricante até a paletização dos pacotes de latas envasados, visando facilitar o entendimento do consumo dos materiais a serem analisados nesse trabalho.

Figura 1: Etapas de envase da linha de lata



Fonte: Autora.

Segundo Morado (2009), a fase de embalagem ou de envase da cerveja é um momento crítico para o futuro do produto, porque ele sai do recipiente, no ambiente controlado em que foi fabricado, e é exposto ao ambiente externo, que pode ser agressivo a essa bebida.

Em geral, o envase é a unidade com o maior número de funcionários, equipamentos de maior complexidade mecânica e maior índice de manutenção, onde podem ocorrer as maiores perdas por acidentes e má operação, como regulagem inadequada de máquinas, amassamento de latas, quebra de garrafas, etc. (SANTOS, 2005).

No envase das latas, o processo se inicia com a desmontagem dos pallets, despaletização, das latas de alumínio vazias, que já chegam prontas na unidade, estas são inspecionadas por inspetores eletrônicos, mas também há um operador responsável pela conferência visual de possíveis latas não conforme, à medida que passam pelo transporte. As latas, assim como as embalagens descartáveis, seguem para a etapa de rinsagem, a qual são submetidas à jato d'água quente para eliminar impurezas e bactérias. Em seguida, a embalagem entra na enchedora, máquina responsável pelo enchimento do líquido na lata e adição de gás carbônico. (ALVES, 2016).

Figura 2: Empilhador colocando um pallet de latas para início do processo de despaletização



Fonte: Autora

Na etapa posterior, a lata passa pela recravadora, que realiza a vedação com a adição da tampa. O produto passa pelo pasteurizador, que, assim como nas retornáveis, submete as latas às oscilações térmicas com zonas de temperatura variável que chegam até 60°C e que garantem a qualidade e validade da cerveja de 6 meses. As latas seguem para a

empacotadora, na qual são formados conjuntos de 12 unidades, envolvidos com filme plástico, que auxiliarão no transporte e na montagem dos pallets. (ALVES, 2016).

A Paletizadora forma os pallets, que serão conduzidos pelas empilhadeiras até o armazém de produto acabado, para posteriormente, serem distribuídos no mercado.

2.2 Manutenção Produtiva Total (TPM)

O TPM (Total Productive Maintenance) é um método japonês que foi originalmente definido pela Plant Engineer Association, do Japão, onde foi utilizado na indústria automóvel depois da Segunda Guerra Mundial de modo a gerir de forma eficiente os recursos limitados.

O TPM é uma filosofia que enfoca e valoriza o relacionamento efetivo do time operacional com o equipamento e suas funções, objetivando a redução das perdas através do melhoramento contínuo das habilidades das pessoas e do desempenho do equipamento, desenvolvendo o sentimento de dono no time operacional. De acordo com Nakajima (1989, p:10) o TPM tem como objetivo melhorar a eficiência dos ativos através da redução de quebras de máquinas, da melhor utilização dos equipamentos disponíveis e da redução de perdas nas diversas fases e áreas dos processos produtivos.

Para o TPM a Gestão da Máquina ou do Posto de Trabalho é realizado a partir do combate das perdas e é de responsabilidade de todos os setores da empresa (Produção, Manutenção, Eng. de Processo, Qualidade e Segurança). Para garantir o pleno funcionamento dessa metodologia dentro da indústria é necessário que ela seja sustentada por oito pilares básicos:

1. Gestão autônoma: envolve a operação na condução dos processos industriais;
2. 5S: promove e cultura de organização e limpeza no ambiente de trabalho;
3. Manutenção planejada: aumenta a confiabilidade das máquinas envolvendo a produção;
4. Melhoria específica: desenvolve o conhecimento e lidera a erradicação de perdas;
5. Manutenção da Qualidade: desenvolve um sistema eficaz de gestão das condições de processo;
6. Educação e Treinamento: evolui o aprendizado para fortalece a capacitação dos colaboradores;
7. Saúde e Segurança Ocupacional: implementar uma cultura prevencionista;
8. Meio Ambiente: evolui o sistema de gestão ambiental.

O TPM tem como foco a redução da indisponibilidade dos equipamentos (quebras e pequenas paradas), melhoria nos índices de qualidade do produto, redução nos custos de manutenção e estoque e aumento da produtividade e disponibilidade da instalação industrial. Isso tudo resultará no aumento do Índice de Eficiência Operacional e da empresa através do processamento da informação que ainda não está disponível.

2.3 Value Stream Mapping (VSM)

A metodologia Value Stream Mapping (VSM) mostrada na Figura 01 diz que antes de fazer melhorias em um processo, é preciso ter um entendimento comum e visualizar o modo como é feito hoje, portanto, a VHS propõe a criação de um mapeamento de fluxos baseado em 3 etapas:

Figura 3: Etapas de como montar um Value Stream Mapping



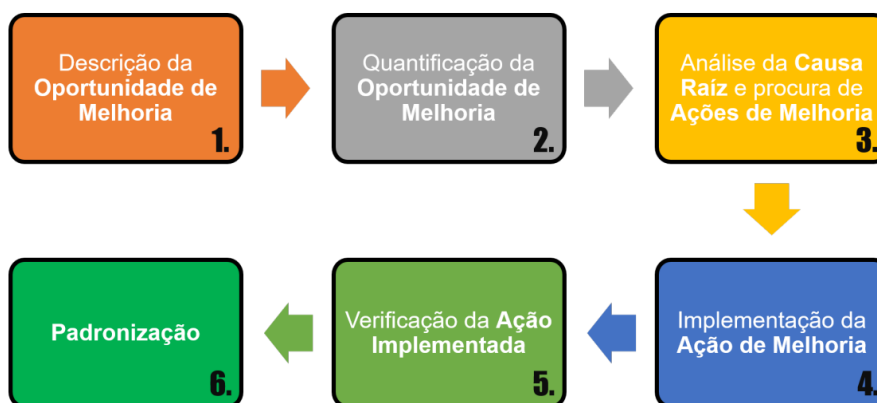
Fonte: SANTOS, 2019.

1. Seleção do Processo: O processo em análise (Perda de Latas e Perda de Extrato) é identificado previamente pelos colaboradores da cervejaria como área de elevado interesse na redução dessas perdas.
2. Compreensão do Estado Atual: Recolhe-se todas as informações relevantes do processo, através de análises de conteúdo volumétrico das latas, mapeamento de perdas nas máquinas e do know-how da operação. Segue-se fisicamente o percurso da lata no processo de fabricação, desde o fornecedor até a embaladora. E assim, constrói-se um mapa de processo (Value Stream Map).
3. Identificação de oportunidades de melhoria: À medida que o processo de envasamento de cerveja é analisado fisicamente em fábrica, são identificados e anotados eventuais trechos de desperdício de cerveja e latas, que se designam por Pontos de Perda de Latas (PPL) e Pontos de Perda de Extrato (PPE).

2.3 Unified Problem Solving (UPS)

O método UPS (Figura 2) para resolução de problemas se caracteriza como um dos fundamentos do TPM e serve para identificar múltiplas causas e fornecer contramedidas e soluções sustentáveis. Importante ressaltar que essa ferramenta é indicada para resolver problemas de grau mais elevado quando as ferramentas de gestão diária não obtêm sucesso e se faz necessário buscar soluções mais aprimoradas. Essa metodologia é aplicada em 6 etapas:

Figura 4: Etapas de como aplicar o Unified Problem Solving



Fonte: Quebra de extrato na fabricação de cerveja (2019)

1. Descrição da Oportunidade de Melhoria: Cada PPL e PPE identificado por VSM é uma Oportunidade de Melhoria (OM). A informação relevante em cada OM é tratada, nomeadamente a localização processual onde ocorre a quebra de extrato e o respectivo modo de falha.
2. Quantificação da Oportunidade de Melhoria: Cada OM é quantificada em termos de percentagem de latas perdidas por mês pelo cálculo e seu respectivo custo.
3. Análise da Causa Raiz e procura de Ações de Melhoria: De acordo com as quantificações dos pontos de perda, priorizam-se as OM e efetuam-se Análises de 5 Porquês as perdas mais relevantes. Analisam-se as Causas Raiz dos PPL e PPE e procuram-se Ações de Melhoria (AM) que as reduzam ou eliminem.
4. Implementação da Ação de Melhoria: A implementação das AM depende da decisão da estrutura dirigente e estratégia empresarial da, bem como dos planos a médio e a longo prazo já estabelecidos pela empresa. No caso do presente trabalho, as ações a serem implementadas foram classificadas como prioridade máxima pela estratégia empresarial.

5. Verificação da Ação Implementada: De forma a fechar o ciclo de melhoria contínua, após a implementação de cada AM deve ser verificado o grau de sucesso da implementação em termos de estabilidade do processo após a alteração.
6. Padronização: Após o sucesso na implementação, cada AM é padronizada de modo a ser replicada também em outras unidades ou servir como exemplo de boa prática.

2.4 Times de Kaizen/Melhoria

O termo Kaizen tem uma origem japonesa onde o seu significado traduzido para o português pode ser interpretado como boa mudança ou melhoria contínua, onde os indivíduos podem trabalhar com estratégias simples e acessíveis para alcançar o objetivo em comum de melhoria para os serviços prestados à organização. Esse processo requer uma dedicação constante onde, onde os esforços precisam ser aplicados diariamente para alcançar o seu verdadeiro potencial, para tanto é preciso uma colaboração de todos (PINTO, 2009).

O sistema Kaizen funciona melhor quando trabalhado em um grupo de pessoas com os mesmos interesses e objetivos, de maneira que possam buscar por inovação e satisfação de forma contínua. Esse conceito é ainda fornece o desenvolvimento de fortes habilidades de liderança, trabalho em equipe e foco nos objetivos, sendo necessário o apoio por parte da administração para que seja mais efetivo os resultados obtidos dos objetivos traçados, melhorando de forma contínua as atividades de todos os envolvidos (PRATA; GIROLETTI, 2017).

As etapas de implementação de um time de Kaizen são as seguintes:

1. Montagem do time: determinação das responsabilidades vs. integrante e entendimento do *deployment*.
2. Descrição do problema: Baseado no desdobramento das perdas (*deployment*) ou identificação de perdas ou desperdício, descrever a falha funcional e modo de falha (fenômeno);
3. Entendimento e Restauração das Condições Básicas: Entendimento do princípio de funcionamento e parâmetros da máquina, acompanhado da descrição do modo de falha e restauração das condições básicas relacionadas;
4. Análise de causa raiz: Identificar possíveis causas raízes baseado no(s) modo(s) de falha, definir hipóteses e verificação e depois relacionar a causa raiz com os 4M's (Métodos, Mão de Obra, Materiais e Máquinas);
5. Desdobramento da perda (*deployment*): Definir contramedidas para cada causa raiz e implementá-las, sempre mapeando o *follow up* dos resultados;

6. Padronização e Expansão: padronizar as contramedidas, definir o responsável pelos padrões, expansão horizontal (quando apropriado) e integrar ao DCS (Daily Control System).

Quando a empresa estipula uma meta a ser seguida, ela espera um retorno em uma área específica e com isso, ela pode requisitar ideias que tragam um menor custo para determinada função ou diminuição do desperdício. No caso do presente trabalho, o time de Kaizen foi idealizado para reunir e executar ações que diminuíssem a perda dos insumos prioritários do setor de envasamento.

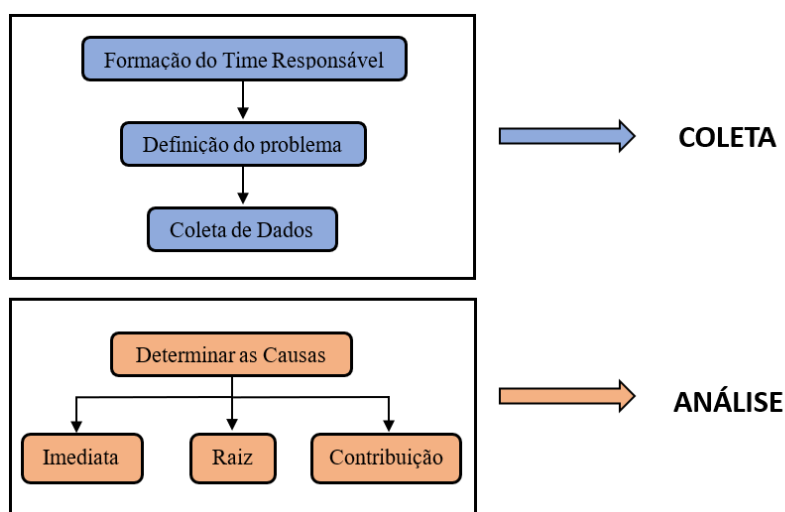
2.5 Análise de Causa Raiz da Falha (RCFA)

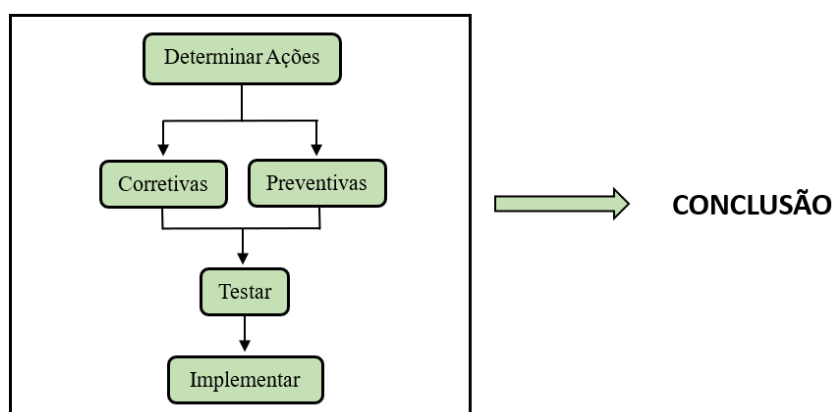
A Análise de Causa Raiz da Falha (RCFA, do inglês *Root Cause Failure Analysis*) é, segundo Sharma e Sharma (2010), uma ferramenta de confiabilidade que busca evitar a ocorrência de futuras possíveis falhas, através da definição e solução das causas raízes dos eventos ocorridos.

Segundo Lepree (2008), esse método une a descrição do modo, à verificação e às hipóteses das não conformidades encontradas, de modo a possibilitar a realização de análises e a eliminação definitiva das falhas, mostrando com isso, as origens do problema, sejam elas, humanas, físicas ou ainda ocultas. Esse método de análise de falha é geralmente utilizado para equipamentos que são considerados gargalos no processo produtivo, ou seja, equipamentos críticos que podem atrasar todo o sistema de produção.

A RCFA pode ser feita de diversas formas com cada uma delas adaptada para cada organização, mas no geral cada modelo segue a seguinte estrutura mostrada da Figura 3.

Figura 5: Composição da RCFA





Fonte: Autora

O principal foco desta ferramenta é auxiliar a identificar as causas pelas quais ocorreu um determinado evento, e não apenas o quê e como o evento aconteceu. Assim, só serão viáveis as ações de combate à reincidência de um evento se, e somente se, o motivo que originou o surgimento de um defeito for identificado. Portanto, analisar e atuar sobre defeito até que a causa original que o fez ocorrer seja identificada é crucial para uma aplicação efetiva da ferramenta e, conseqüentemente, para a erradicação do problema.

3. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foram criados dois Times de Kaizen para abordar individualmente cada perda a ser estudada (perda de latas vazias e cheias e a perda de extrato, como já mencionado na introdução deste trabalho) e dentro desses times foram utilizadas as ferramentas resolutivas abordadas nos tópicos anteriores.

3.1 Mapeamento de Processos

O primeiro passo para entender este trabalho é saber qual a jornada da lata, desde a inserção de latas vazias na Despaletizadora até chegar na Envolvedora, que é quando o pallet de latas cheias é finalizado e armazenado no estoque para futura distribuição para os clientes. Para isso, utiliza-se o diagrama SIPOC (Quadro 2) para explicitar o início e fim do processo de transformação e como todos os processos interagem entre si na relação fornecedor/cliente.

Quadro 2 - Diagrama SIPOC do processo de latas

S	I	P	O	C
Supplier (Fornecedor)	Input (Entrada)	Process (Processo)	Output (Saída)	Customer (Cliente)
Despaletizadora	Latas vazias	Despaletizar as camadas do pallet	Latas para o inspetor eletrônico pressco	Inspetor eletrônico pressco
Inspetor de Latas Vazias (Pressco)	Latas vazias	Inspecionar latas	Latas em conformidade	Rinser
Rinser	Latas vazias e inspecionadas	Lavar latas internamente	Latas lavadas	Enchedora
Enchedora	Latas limpas para envase	Enchimento de latas	Latas com bebidas	Recravadora
Recravadora	Latas cheias sem tampa	Recravar latas	Latas tampadas	Pasteurizador
Pasteurizador	Latas cheias Aquecimento	Aquecimento de bebida para temperatura ambiente ambiente	Latas em temperatura ambiente	Inspetor eletrônico de nível e de lata tampada
Inspetor eletrônico de nível e de lata tampada (Heuft)	Latas cheias com tampa	Inspecionar nível de enchimento	Latas cheias	Codificador
Codificador	Latas cheias	Codificar as latas	Latas codificadas	Empacotadora
Empacotadora	Latas cheias	Formar pacotes	Pacotes formados	Paletizadora
Paletizadora	Pacotes de latas	Formar camadas nos pallets	Pallets cheios	Envolvedora
Envolvedora	Pallet formado	Envolver o pallets em plástico	Pallets envolvidos em plástico	Estoque

Fonte: Elaborado pela autora.

3.1.1 Inspetor de Latas Vazias (Pressco Technology)

As latas vazias saem da despaletrizadora e chegam em um equipamento chamado Pressco (Figuras 6, 7 e 8) através das esteiras de transporte, onde é feito uma inspeção em 100% das latas que seguirão na linha de produção. Nesse processo de inspeção são checados diferentes aspectos referentes à qualidade da lata como: flange (parte onde será fixada a tampa da lata), o pescoço, as paredes (superior e inferior) e o fundo da lata. Esse processo tem um papel fundamental na linha de produção, pois previne de latas com desvios de especificação vindos do fornecedor ou danificadas no transporte de seguir no processo e resultar em eventuais paradas de linha ou produção de defeitos. (SANTOS, 2022).

Figura 6: Inspetor de Latas Vazias (Pressco) 1



Fonte: Autora

Figura 7: Inspetor de Latas Vazias (Pressco) 2



Fonte: Autora

Figura 8: Inspetor de Latas Vazias (Pressco) 3

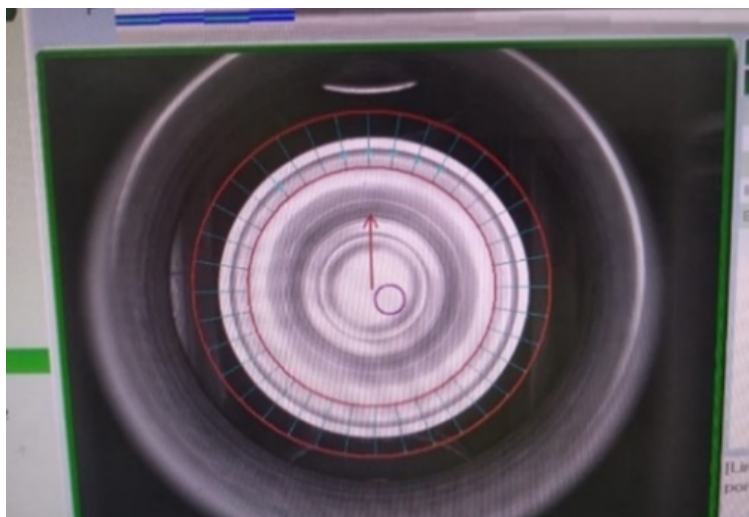


Fonte: Autora

O inspetor de latas Pressco usa o poder avançado da iluminação Chromapulsetm da empresa Pressco Technology. Multicores/comprimentos de onda de luz são ativados ou desativados dependendo das cores internas da lata, o que permite que defeitos de revestimento invisíveis sejam detectados (Figuras 9 e 10). Além disso, os snaps de imagem dupla fornecem

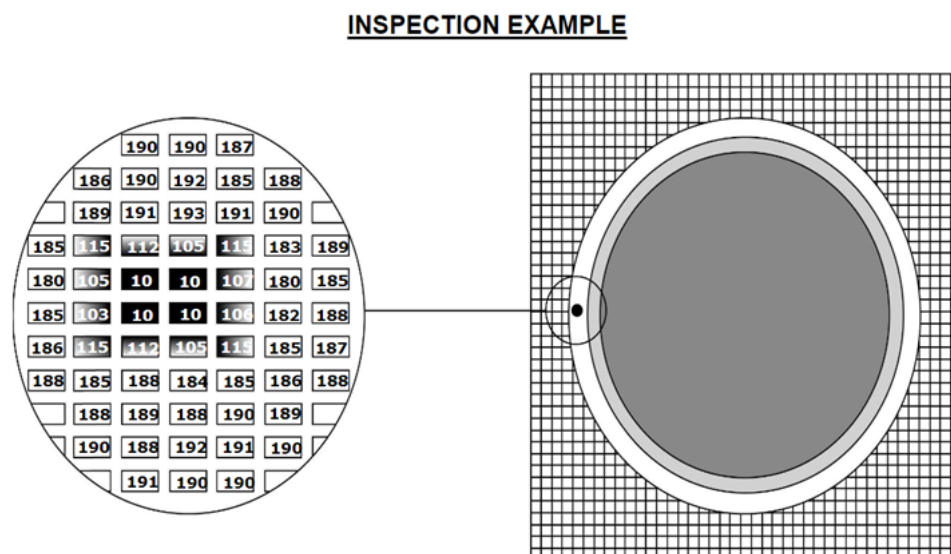
duas visualizações diferentes do produto para descobrir falhas ocultas. Poderosos algoritmos de filtragem são empregados em latas com extremidades EZ-Open ou Full Pull para apagar reflexos indesejados na parede lateral interna, melhorando a detecção de defeitos e reduzindo a deterioração.

Figura 9: Mapeamento da lata feito pelo equipamento



Fonte: Autora

Figura 10: Divisão da imagem em pixels para melhor inspeção pelo algoritmo



Fonte: Manual da Pressco Technology

3.1.2 Enchedora e Recravadora

Seguindo o transporte, a lata entra na enchedora. Na operação de enchimento, a cerveja filtrada proveniente dos tanques de pressão é primeiramente transferida para outro tanque de recepção localizado dentro da enchedora. As enchedoras de latas são máquinas baseadas no princípio de carrossel rotatório. A operação das válvulas de enchimento é controlada por micro válvulas eletro-pneumáticas (KRONES,1998).

A enchedora Inoffill KHS (Figura 11) é uma máquina rotacional dotada de válvulas que objetiva o envase de latas através do controle de volume. É composta de 124 válvulas e, portanto, 124 sensores de vazão, sendo cada válvula dotada de 5 cilindros (ar de pressurização, alívio, enchimento e dois de varredura).

Figura 11: Enchedora de latas



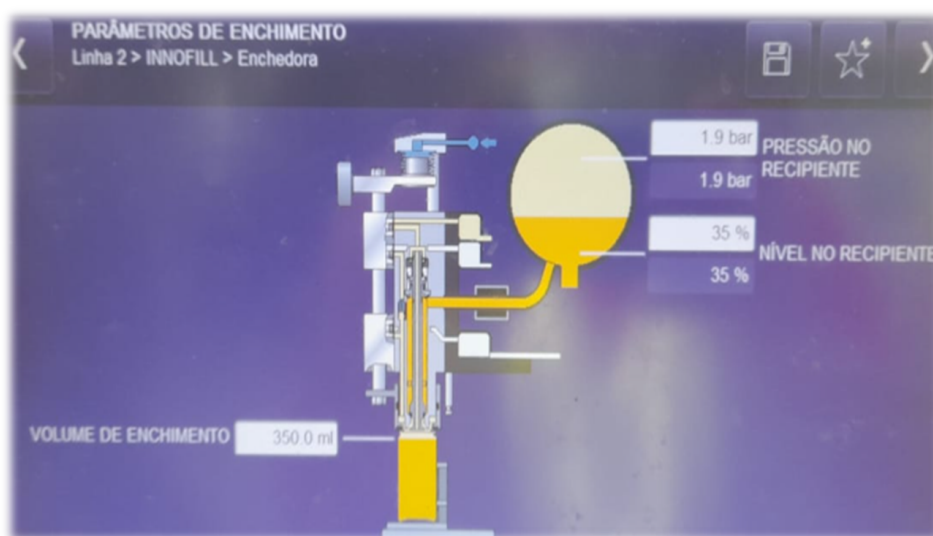
Fonte: Autora

Os cilindros são controlados por blocos manifolds sendo que cada bloco controla 4 válvulas, ou seja, para uma enchedora de 124 válvulas teremos 31 blocos manifolds. A pressão de ar para comando dos cilindros é de no mínimo 4,5 bar. Se houver alguma variação de pressão, fluxo ou algum vazamento poderá se ter problema de enchimento.

Ainda sobre o sistema de enchimento da máquina, o volume exato para enchimento de cada lata é processado por sinais elétricos advindos do sensor de vazão. Para

cada mL, o sensor transmite 4 pulsos para o computador de enchimento, ou seja, em caso de offset é possível se ter variação de enchimento, por isto na IHM da máquina é possível realizar uma correção para tentar compensar o offset. Todo o volume da lata é setado no IHM, e tem em sua memória receitas pré determinadas para cada tipo de produto, tanto em relação à altura da enchedora quanto ao volume de enchimento.

Figura 12: IHM da Enchedora



Fonte: Autora

3.1.3 Inspetor eletrônico de nível e de lata tampada (Heuft)

Após a inserção do líquido refrigerante na lata e sua recravação, é necessário garantir que o volume do líquido foi inserido dentro das especificações de volume mínimo, como está exposto no Quadro 3, e que a recravação foi satisfatória. Essa etapa de qualidade é importante tanto para a empresa controlar a quantidade excessiva de líquido por lata a fim de evitar custos adicionais de produção, quanto para certificar que o consumidor final não está pagando pelo produto e recebendo um volume menor do que o informado no rótulo. A inspeção é feita seguindo os padrões de volume impostos pelo Inmetro.

Quadro 3: Volume Mínimo de Enchimento de Acordo com o Inmetro

Lata	Volume de Enchimento Mínimo
Lata 269mL	> 260mL
Lata 350mL	> 339,5 mL
Lata 473mL	> 458,8 mL

Fonte: Inmetro

O Heuft (Figuras 14 e 15) inspeciona 100% das latas produzidas através de um sistema análogo a um raio-x, onde é medido o líquido no interior da lata e comparado às especificações. Caso aprovado a lata segue o processo de fabricação, do contrário a lata cai nos baldes amarelos, apresentados na Figura 13, sendo segregada para posterior análise pela área da Qualidade.

Figura 13: Heuft

Fonte: Autora

Figura 14: IHM do Heuft



Fonte: Autora

Figura 15: Heufits 1 e 2



Fonte: Autora

3.2 Perda de Latas Vazias

O passo inicial para a resolução deste problema foi a montagem de um Time de Melhoria composto primordialmente pelos operadores da máquina e da supervisão. Com o time formado, descreve-se o problema, sendo identificado que o inspetor de latas vazias estava expulsando latas que estavam conforme os padrões de qualidade exigidos, ou seja, o inspetor estava expulsando latas conformes, o que acarretou no aumento da perda de latas vazias. Portanto, este time de Kaizen planejava encontrar a causa raiz da falha da máquina para reduzir o alto índice de refugo de latas no pressco.

Com o problema descrito, o próximo passo foi baseado no entendimento e restauração das condições básicas da máquina. Aplicando a metodologia VSM e UPS para análise dessas condições foram identificados os seguintes problemas:

1. Alterações nos parâmetros de luminosidade conforme a orientação do fabricante;
2. Posição da área de inspeção incorreta;
3. Desgastes na esteira do Pressco (Figura 16);
4. Erro de parametrização após troca da CPU do Pressco (Figura 17);

Figura 16: Desgastes na esteira do Pressco



Fonte: Autora

Figura 17: CPU do Pressco

Fonte: Autora

Para o descobrimento das causas raízes das condições identificadas, seguiu-se para a realização da RCFA, que ao final concluiu que o problema partiu de alterações realizadas na máquina em meses anteriores para a implementação de um novo SKU na fábrica. Essas alterações não foram acompanhadas de uma inspeção pós-implementação, o que acarretou na perda de parâmetros ao ser realizada a troca de SKU na produção. Também foi identificado que por conta das modificações realizadas no projeto, a máquina exigia um novo plano de manutenção.

Com tudo isso estabelecido, o próximo passo foi a criação de contramedidas para cada causa raiz, sendo elas:

1. Contatar a Pressco para entender a demanda da inspeção;
2. Ajustar parâmetros de luminosidade conforme orientação da Pressco;
3. Revisar plano de manutenção;
4. Criar LPP (Lição Ponto a Ponto) padronizando o ajuste de luminosidade.

3.3 Perda de Latas Cheias e Perda de Extrato

Seguindo o mesmo padrão do problema anterior foi montado um segundo Time de Melhoria composto pelos operadores da máquina e sua supervisão. Após a formação do time foi identificado que a causa para a perda de latas cheias se dava porque a enchedora estava enchendo as latas com o volume abaixo do permitido pelo Inmetro ocasionando o aumento do número de latas rejeitadas pelos Heufts.

A causa para o enchimento inadequado se deu por conta de uma falha no plano de manutenção preventivo anual, mais especificamente na questão de substituição dos componentes das válvulas de enchimento da máquina. Por questões de redução de custos foi planejado que a manutenção das válvulas deveria ser feita no intervalo de 2 em 2 anos, porém foi identificado que o tempo de vida útil de alguns componentes não suportava esse intervalo, o que causava o mal funcionamento das válvulas de enchimento.

Com o problema descrito, o próximo passo é baseado no entendimento e restauração das condições básicas da máquina. Aplicando a metodologia VSM e UPS para análise dessas condições foram identificados os seguintes problemas:

1. Desgaste dos componentes internos das válvulas;
2. Perda dos parâmetros globais de enchimento;
3. Inspetor Heuft sem ponte de inspeção;
4. GAP de conhecimento entre os operadores da máquina (pois alguns não sabiam realizar a manutenção das válvulas).

Para o descobrimento das causas raízes das condições identificadas, seguiu-se para a realização da RCFA, que ao final concluiu que o problema partiu da falha na execução do plano de substituição preventivo e revisão das válvulas. Essas alterações não foram acompanhadas de uma inspeção pós-implementação, o que acarretou na perda de parâmetros ao ser realizada a troca de SKU na produção. Também foi identificado que por conta das modificações realizadas no projeto, a máquina exigia um novo plano de manutenção.

Com tudo isso estabelecido, o próximo passo foi a criação de contramedidas para cada causa raiz, sendo elas:

1. Levantamento dos componentes de desgaste para manutenção das válvulas;
2. Realizar compra dos componentes de desgaste das válvulas;
3. Criar gestão visual para manutenção das válvulas;
4. Criar novo plano de manutenção preventivo anual;
5. Substituir os componentes das válvulas e revisar conforme o novo plano de manutenção (Figura 18 e 19);

Figura 18: Inspeção das válvulas da Enchedora



Fonte: Autora

Figura 19: Comparação entre um dos componentes da válvula gasto vs. novo



Fonte: Autora

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado o escopo e andamento de cada Time de Melhoria, a última etapa para seu encerramento consiste na descrição e validação dos resultados obtidos.

4.1 Perda de Latas

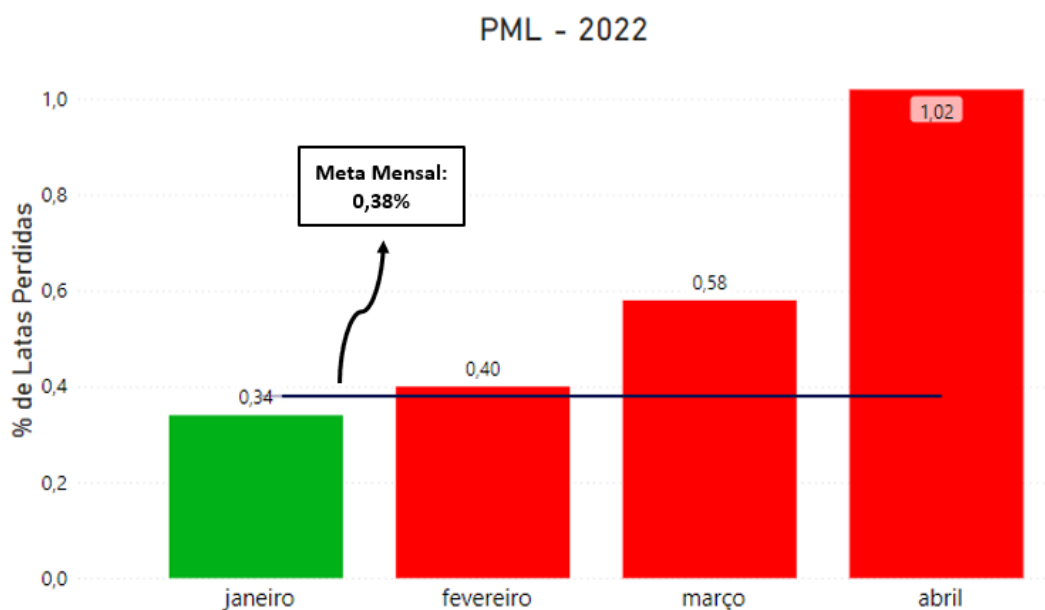
Para o time focado em diminuir a perda de latas, o cenário inicial do setor está representado no Gráfico 1. A meta mensal para a perda consiste no valor de 0,38% baseado no seguinte cálculo:

$$\% \text{ Latas Perdidas} = \frac{(QD - QP)}{QD} \times 100, \text{ onde:}$$

QD = Quantidade de latas que entraram na Despaletizadora

QP = Quantidade de latas que saíram na Paletizadora

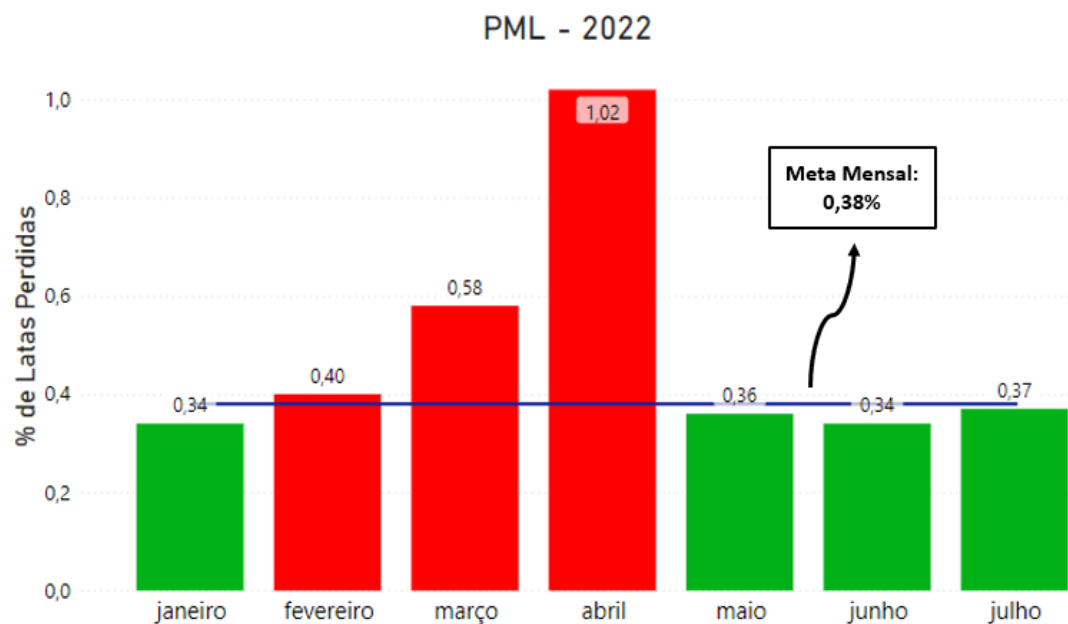
Gráfico 1: Dados mensais da perda de lata antes da formação do time



Fonte: Autora.

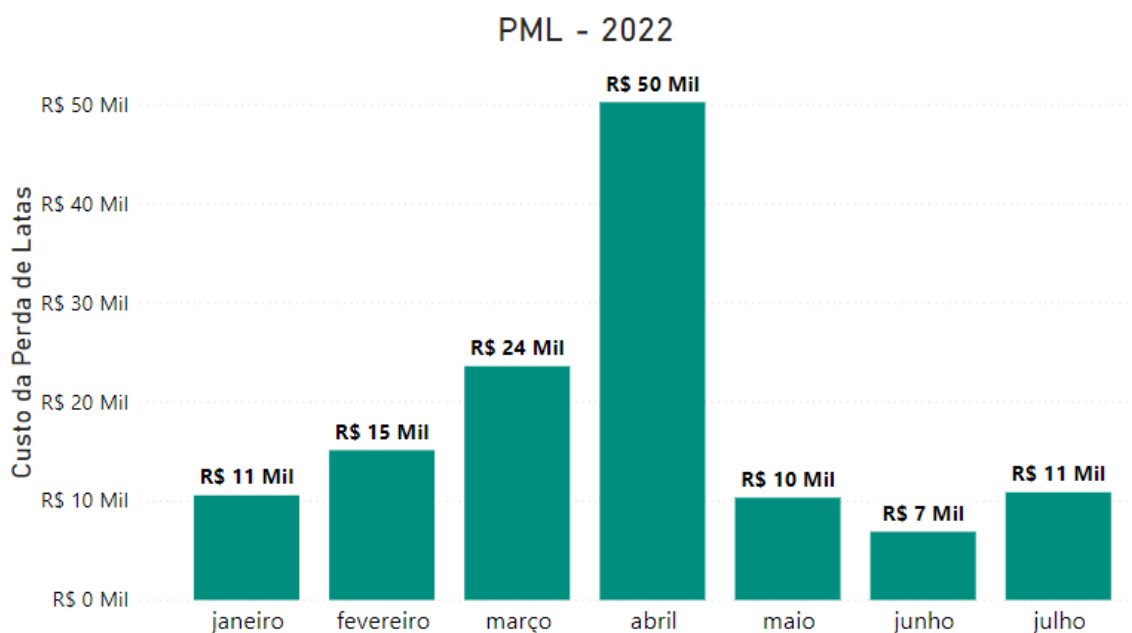
Após as ações descritas no item 3.2 serem implementadas, foi observado o resultado mostrado no Gráfico 2 nos três meses seguintes à conclusão do time. Houve uma redução de cerca de 65% da perda, o que em termos de custo representa um valor em torno de R\$40.000,00, como representado no Gráfico 3. O cálculo do custo é uma multiplicação simples baseada na quantidade de latas perdidas vezes o custo de cada lata.

Gráfico 2: Dados mensais da perda de lata após a conclusão do time



Fonte: Autora.

Gráfico 3: Custos mensais das perdas de lata



Fonte: Elaborado pela Autora.

4.2 Perda de Extrato

Para o time focado em diminuir a perda de extrato, o cenário inicial do setor está representado no Gráfico 4. A meta mensal para a perda consiste no valor de 0,60% baseado no seguinte cálculo:

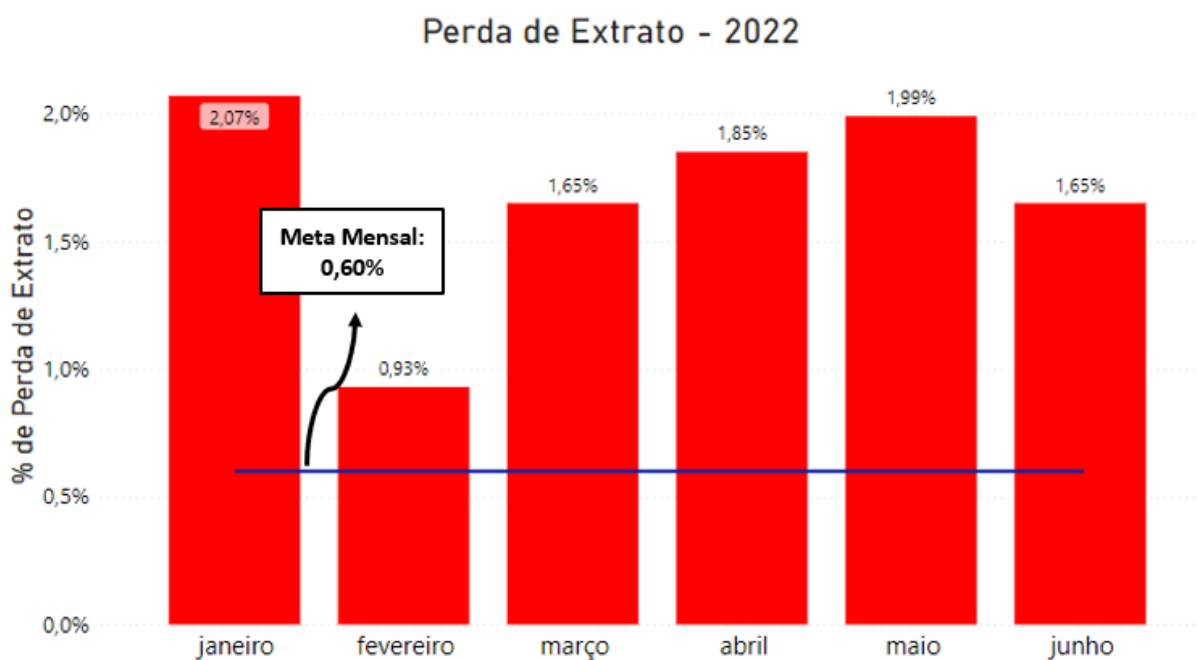
$$\% \text{ Perda de Extrato} = \frac{(VF - VE - PI)}{VF} \times 100, \text{ onde:}$$

VF = Volume enviado pela área de fabricação de cerveja

VE = Volume envasado

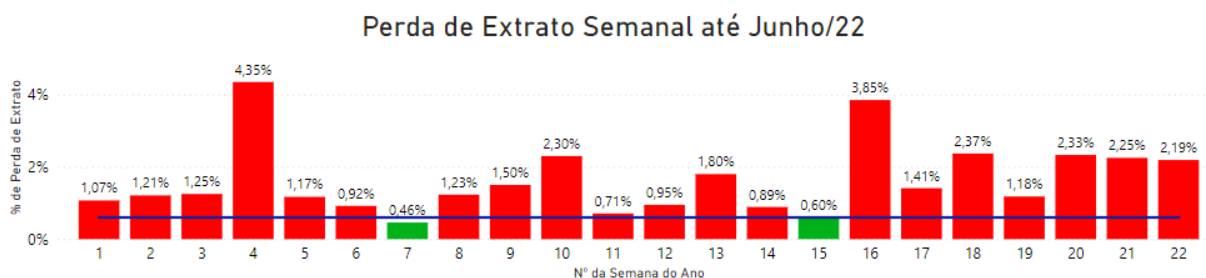
PI = Volume das perdas inerentes ao processo (Relavagem de CO_2 e Sanitização da cúpula)

Gráfico 4: Dados mensais da perda de extrato antes da formação do time



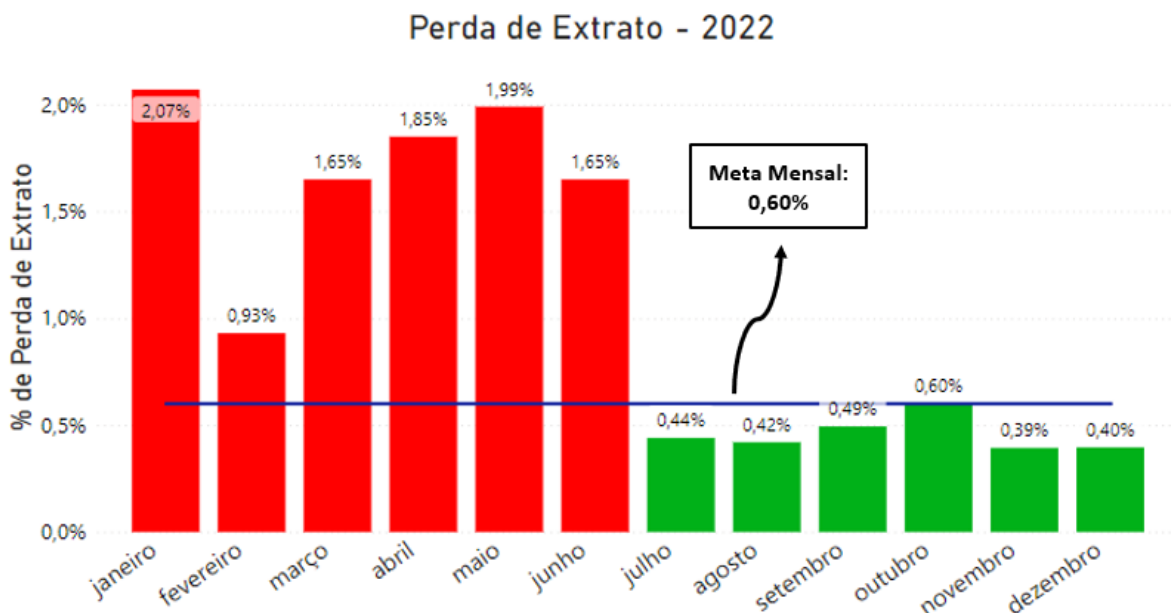
Fonte: Autora.

Para dar uma visão mais estratificada da situação da perda de extrato, o Gráfico 5 traz a visão do indicador por semana de Janeiro até Junho. Como pode-se observar, a meta semanal tinha sido alcançada em apenas duas semanas do ano até então.

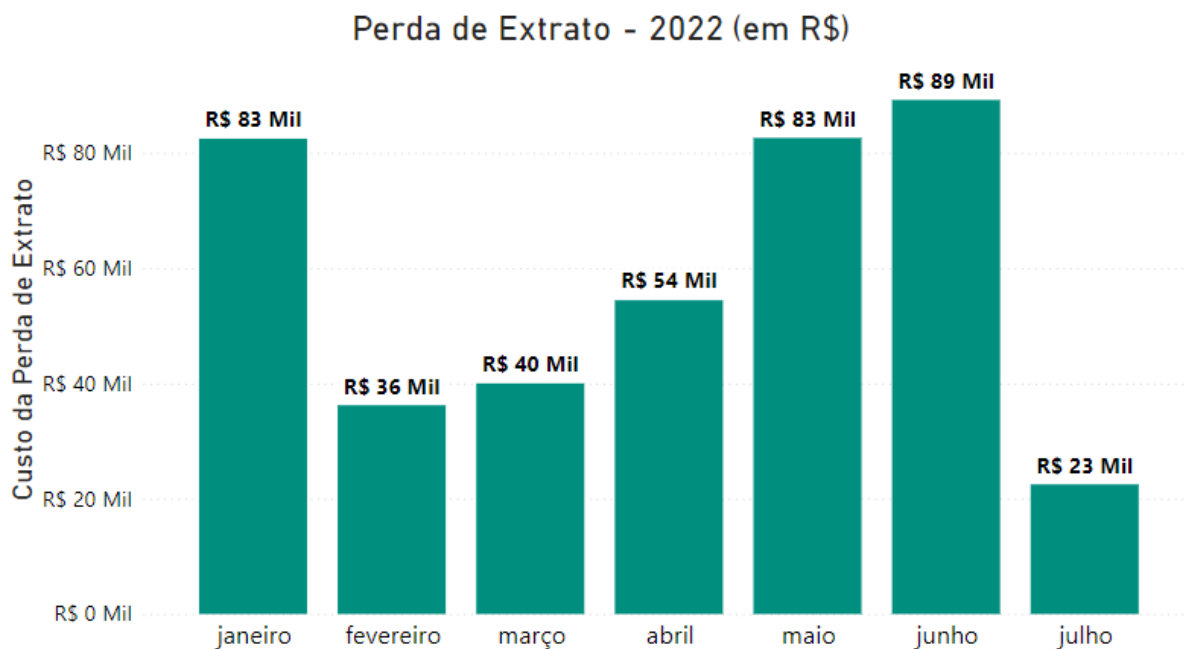
Gráfico 5: Dados semanais da perda de extrato antes da formação do time

Fonte: Autora.

Após as ações descritas no item 3.3 serem implementadas, foi observado nos meses seguintes à conclusão do time o resultado mostrado no Gráfico 6. Houve uma redução de cerca de 75% da perda já observada no primeiro mês após o início da manutenção das válvulas de enchimento, que só foi concluída de fato no mês de Setembro. Em termos de custo essa redução representa um valor em torno de R\$60.000,00, como representado no Gráfico 7.

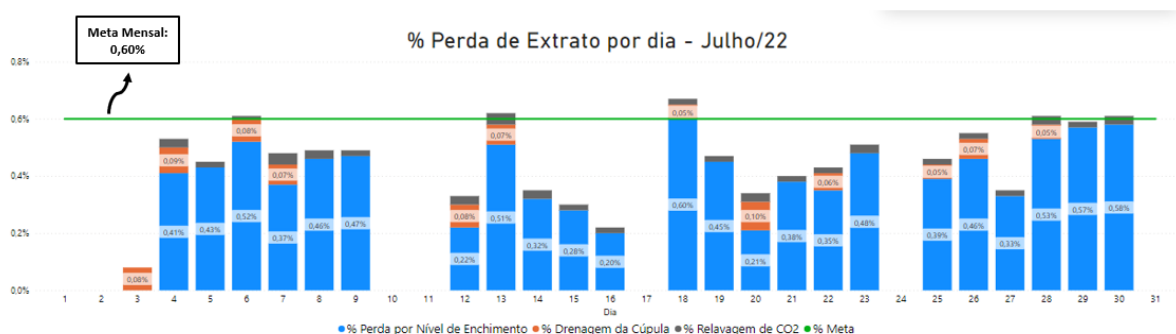
Gráfico 6: Dados mensais da perda de extrato após a formação do time

Fonte: Autora.

Gráfico 7: Custos mensais da perda de extrato

Fonte: Autora.

O gráfico 8 mostra o resultado diário da perda extrato durante o mês de Julho, que como já afirmado anteriormente, foi o mês em que se iniciou a manutenção das válvulas, principal ação tomada para a melhora do indicador.

Gráfico 8: Dados diários da perda de extrato no primeiro mês de manutenção das válvulas

Fonte: Autora.

Com isso, foi constatado uma redução significativa nas perdas do setor, demonstrando a eficácia de todas as ações planejadas e realizadas que foram levantadas pelos times, sendo notório também a necessidade de acompanhamento ao longo dos meses para garantir a sustentabilidade dos resultados e as realizações dos sistemas e padrões criados.

A redução de tais perdas foi acompanhada de ações para melhorar o desempenho dos equipamentos por meio da revisão de suas condições básicas e troca de componentes, como foi previsto de objetivos específicos, o que também mostra que as mudanças ajudaram não apenas na diminuição de perdas, mas também na otimização da fabricação.

Para a perda de latas, todas as causas identificadas estavam ligadas apenas ao maquinário, como a troca de componentes e parâmetros, não tendo sido identificado qualquer falha da parte dos operadores da estação. Já para a perda de extrato foi identificado que os operadores da máquina possuíam um gap de conhecimento em relação aos componentes da enchedora e suas válvulas, o que mostrou que promover capacitações para os colaboradores também deve fazer parte da rotina da gestão da área. Para trabalhos futuros relacionados ao tema sugere-se a análise de como oferecer treinamentos para os operadores e construir um plano de desenvolvimento individual para cada um (algo previsto no TPM) pode ajudar na prevenção de falhas e redução de perdas.

4. CONCLUSÃO

Este estudo objetivou reduzir gastos eliminando as duas perdas mais custosas para a unidade através da utilização de ferramentas de melhoria contínua já consolidadas na indústria (VSM, UPS, Kaizen e RCFA). Este objetivo foi cumprido ao fim das etapas das metodologias apresentadas que permitiram a redução de 65% da perda de latas e 75% da perda de extrato no envasamento.

Também ressalta-se que os projetos desenvolvidos nesta monografia trouxeram um ganho financeiro significativo para a indústria, além de revisão de procedimentos, planos de manutenção e treinamentos para os colaboradores, a fim de manter o resultado alcançado. A metodologia TPM mostrou-se muito eficiente, pois evidenciou as principais falhas e indicou o caminho a ser seguido para evitar que essas falhas voltassem a acontecer.

Um dos pontos observados ao longo do desenvolvimento do trabalho é que o aumento das perdas foi consequência do mau gerenciamento de um projeto para inserção de um novo SKU na fabricação e modificou os parâmetros de alguns equipamentos, o que acarretou nos prejuízos que deram origem aos times de melhoria apresentados. Esse é um dos pontos de atenção para as gerências da área e da unidade, que após se depararem com tais problemas puderam extrair lições aprendidas desse projeto e colocá-las em prática no futuro.

Em conclusão, realça-se a importância técnica e econômica deste tipo de trabalho visto que a Perda de Latas e Extrato são indicadores relevantes na indústria cervejeira. Prevê-se que futuros trabalhos com objetivos e estrutura parecidos introduzam valor e descubram novas oportunidades de melhoria e proponham novas ações, corretivas ou preventivas, desde que sustentáveis e economicamente viáveis. Desta forma, constrói-se uma indústria capaz de tornar nula a Perda de Latas e Extrato.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Andréia de; MORAES, Cassia Regina Bassan de; WOIDA, Luana Maia. Gestão do conhecimento como apoio à melhoria contínua: um estudo de caso em uma empresa de telecomunicações. **Revista Informação & Informação**, v19, n1, p.112-145, 2014.
- GONZALEZ, Rodrigo Valio Dominguez; MARTINS, Manoel Fernando. Melhoria contínua e aprendizagem organizacional: múltiplos casos em empresas do setor automobilístico. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v18, n3, p.473-486, 2011.
- MESQUITA, Melissa; ALLIPRANDINI, Dario Henrique. **Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças**. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v10, n1, p.17-33, 2003.
- PINTO, João Manuel Mariz Teixeira. **Implementação do projeto kaizen na Amorin & Irmãos S.A.** 2009. 48f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009.
- LEPREE, J. RCFA: Root Causes Failure Analysis. Disponível em <<http://www.tarrani.net/linda/RootCauseAnalysis.pdf>> . Acesso em 01 de outubro de 2023.
- SANTOS, Francisco João Noronha dos. **Quebra de extrato na fabricação de cerveja**. 2019. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química e Biológica, Engenharia Química, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2019.
- SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. Cervejas e refrigerantes. São Paulo, 2005.
- KRONES- Manual Enchedora – Kronos System VOC-F, 2010.
- MORADO, R. Larousse da Cerveja. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.
- ALVES, Marina Leite. **Aplicação de um método de padronização de gestão e controle para materiais indiretos de produção em uma indústria de bebidas**. Orientador: Maxweel Veras Rodrigues. 2016. 116f. TCC (Graduação) - Engenharia de Produção Mecânica, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- COSTA, Mariana Pereira Demarchi. **Aplicação da metodologia TPM para a redução da perda de extrato em uma enchedora de latas**. Orientador: Marco Antônio Carvalho Pereira. 2014. 62f. TCC (Graduação) - Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- SANTOS, João Felipe Silva dos. **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SIX SIGMA E MÉTODO DMAIC PARA REDUÇÃO NO ÍNDICE DE PERDAS DE LATAS DE ALUMÍNIO EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS**.: estudo de caso: latax refrigerantes ltda. 2022. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental, Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia, Manaus, 2022. Cap. 4.

DUARTE, Emanuele Dutra Valente. **Perdas no processo produtivo: um estudo de caso na indústria de refrigerante**. Encontro de Profissionais da Química da Amazônia, 16º, 2019, Belém.

VECCHINI, Caique de Lima; VASCONCELOS, Guilherme Name. **ESTUDO DE CASO: REDUÇÃO DE ESTRAGO FÍSICO DE UM PRODUTO COM A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PROCESSOS, BASEADA NA METODOLOGIA DO SISTEMA INTEGRADO DE TRABALHO**. 2021. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Cap. 2.

LEDERMAN, David. **MÉTODO KAIZEN DE MELHORIA CONTÍNUA: O QUE É E COMO APLICÁ-LO NA SUA EMPRESA**. 2023. Disponível em: <https://www.ledermanconsulting.com.br/disney/metodo-kaizen-de-melhoria-continua/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MARKETING. **Value stream mapping: o que é e como fazer**. 2020. Disponível em: <https://www.supero.com.br/blog/value-stream-mapping/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

SANTANA, Francini. **Como criar um projeto na área de dados usando metodologias ágeis**. 2023. Disponível em: <https://francinisantana.com/como-criar-um-projeto-de-portfolio-na-area-de-dados-usando-metodologias-ageis/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

ALVES, Fábio. **Manutenção Produtiva Total: entenda e aplique os 8 pilares do TPM! 2020**. Disponível em: <https://www.kimia.com.br/manutencao-produtiva-total-saiba-mais-sobre-os-pilares-do-tpm/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

SANTOS, Virgílio F. M. dos. **Melhoria Contínua: Como implementar na sua empresa?**. 2017. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/blog/melhoria-continua>. Acesso em: 18 nov. 2023.

FONSECA, Luciana; RIBEIRO, Rita; REIS, Rosa; MESQUITA, Kelly. **A FERRAMENTA KAIZEN NAS ORGANIZAÇÕES**. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO**, 12., 2016, Niterói. Congresso Nacional de Excelência em Gestão - CNEG 2017. Niterói: Uff, 2016. p. 6-10.

A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UM PROCESSO DE ENVASE DE BEBIDAS. Brazilian Applied Science Review, Curitiba, v.6, n.3, p.1171-1188, May./Jun., 2022.

CARVALHO, Anna Luiza Nepomuceno; MONTAGNA, Mariana Rosa. **AVALIAÇÕES DAS PRÁTICAS LEAN AND GREEN MANUFACTURING EM UMA LINHA DE ENVASE EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS**. 2020. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020.