

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CHRISTIANE PERPÉTUO MAGALHÃES

**REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDA DE EXTRATO NO PROCESSO DE ENVASE  
EM UMA LINHA DE CERVEJA RETORNÁVEL**

JUIZ DE FORA

2024

CHRISTIANE PERPÉTUO MAGALHÃES

**REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDA DE EXTRATO NO PROCESSO DE ENVASE  
EM UMA LINHA DE CERVEJA RETORNÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira de Produção.

Orientador: D. Sc. Marcos Vinicius Rodrigues

JUIZ DE FORA

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Magalhães, Christiane Perpétuo.

Redução do Índice de Perda de Extrato no processo de envase em uma linha de cerveja retornável / Christiane Perpétuo Magalhães. -- 2024.

61 f. : il.

Orientador: Marcos Vinicius Rodrigues

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2024.

1. Trabalho de Conclusão de Curso. 2. Perda de Extrato. 3. Linha de produção. 4. Envasamento. I. Rodrigues, Marcos Vinicius, orient. II. Título.

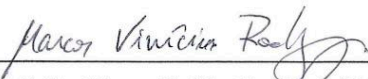
CHRISTIANE PERPÉTUO MAGALHÃES

**REDUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDA DE EXTRATO NO PROCESSO DE ENVASE  
EM UMA LINHA DE CERVEJA RETORNÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Engenharia da Universidade  
Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial  
para a obtenção do título de Engenheiro de  
Produção.

Aprovada em 18 de setembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA




---

D. Sc., Marcos Vinicius Rodrigues (Orientador)  
Universidade Federal de Juiz de Fora



---

D. Sc., Roberto Malheiros Moreira Filho  
Universidade Federal de Juiz de Fora



---

D. Sc., Marcos Martins Borges  
Universidade Federal de Juiz de Fora

## **AGRADECIMENTOS**

Hoje finalizo um dos ciclos mais especiais da minha trajetória, nesse encerramento, agradeço ao meu pai Antônio, por toda sabedoria e por me ensinar a defender o que acredito, minha mãe Zilda, por todo carinho, amor e energias positivas e a minha irmã Christina, por ser inspiração na profissão e pelo companheirismo.

Também, agradeço aos meus familiares que sempre torceram e rezaram, em especial para Diego, Sarah, Camila, Isabela, Stella e Manuela, pelo amor incondicional. Aos meus amigos de vida: Divinolândia, por me lembrar das minhas raízes e correr atrás dos meus sonhos, Viçosa, por todo o incentivo e Juiz de Fora, por serem meus companheiros de caminhada. Agradeço à minha república, que trouxe ressignificação e sentimento de lar para Juiz de Fora, meus projetos, Enactus - UFJF, Mais Consultoria Jr., MRS, Ambev e ao time de Vôlei, pelos aprendizados e pertencimento e à UFJF e docentes, por toda disponibilidade e ensinamento.

Sou muito grata a cada um que fez parte desse caminho. Que seja o início de uma nova trajetória, com ética, responsabilidade e seguindo sempre o que acredito.

## RESUMO

O estudo teve como objetivo otimizar o indicador de perda de extrato em uma linha de produção de envase de cerveja retornável. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa aprofundada sobre o setor de bebidas, o processo de envase e o Ciclo PDCA. A pesquisa foi desenvolvida por meio da experiência prática da autora, a qual participou de visitas à linha de envase e reuniões para monitoramento do indicador. Após isso, utilizou-se a metodologia PDCA em conjunto com ferramentas da qualidade para desenvolver e implementar planos de ação destinados a mitigar as perdas identificadas na linha de produção. A análise crítica do processo de perda de extrato possibilitou a identificação de dois problemas principais e a criação de planos de ação para melhoria. Durante a implementação dos planos, foram enfrentadas dificuldades relacionadas ao engajamento da equipe e às estratégias de manutenção dos componentes de enchimento, esses desafios resultaram em uma evolução lenta dos resultados, que demoraram mais do que o programado para atingir a sua redução. Além disso, no estudo foi realizada uma análise comparativa com uma segunda linha de produção de envase, para avaliar a sustentabilidade das soluções propostas, essa comparação identificou a particularidade de cada equipe e os benefícios associados ao uso de tecnologias mais avançadas em equipamentos. Ao final do trabalho, pode-se compreender que os planos de ação propostos para os dois maiores problemas encontrados de perda de extrato, não foram suficientes para a redução do indicador e se deve focar em estudos para aumentar a performance da linha de produção.

Palavras-chave: Linha de produção, drenagem, subenchimento.

## **ABSTRACT**

The study aimed to optimize the extract loss indicator in a returnable beer bottling production line. Initially, in-depth research was conducted on the beverage sector, the bottling process, and the PDCA Cycle. The research was developed through the author's practical experience, which included visits to the bottling line and meetings to monitor the indicator. Subsequently, the PDCA methodology was applied in conjunction with quality tools to develop and implement action plans to mitigate the losses identified in the production line. The critical analysis of the extract loss process allowed for the identification of two main problems and the creation of action plans for improvement. During the implementation of these plans, difficulties related to team engagement and strategies for maintaining filling components were encountered, leading to a slower evolution of results, which took longer than expected to achieve a reduction. In addition, the study included a comparative analysis with a second bottling production line to evaluate the sustainability of the proposed solutions. This comparison identified the specificities of each team and the benefits associated with using more advanced technologies in equipment. In conclusion, it was understood that the proposed action plans for the two main issues identified in extract loss were insufficient to reduce the indicator, and further studies should focus on increasing the production line's performance.

Keywords: Production line, drainage, underfill.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Equipamento Enchedora	26
Figura 2 – Ciclo de Gerenciamento PDCA	29
Figura 3 – Diagrama de Ishikawa e ilustração dos 6M	33
Figura 4 – Processo de envase e pós-envase de cerveja	38
Figura 5 – Diagrama de Ishikawa: processo de drenagem da cerveja	42
Figura 6 – Componentes da enchedora de garrafas que influenciam no subenchimento	44



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Grandezas usadas na teoria de medição de vazão	28
Quadro 2 – Causas para a perda de extrato por trecho	40
Quadro 3 – Plano de reação para problemas de subenchimento	45
Quadro 4 – Quantidade média de volume gasto por garrafas mal cheias por mês - 2024	51

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Volume de vendas no Brasil de 2016 a 2022 (em milhões de hectolitros)	16
Gráfico 2 – Exemplo de Diagrama de Pareto	32
Gráfico 3 – Diagrama de Pareto: volume de perda (hl) por trecho	41
Gráfico 4 – Quantidade média de volume gasto em drenagem por mês - 2024	50

## LISTA DE FÓRMULAS

Equação (1)	27
Equação (2)	27

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

**VPO** - *Voyager Plant Optimization* - Otimização da planta Voyager

**HL** - Hectolitros

**IPE** - Índice de Perda de Extrato

**Stakeholders** - Partes interessadas

**Packaging** - Embalagem

**VOC** - *Voice of the Customer* - Voz do Cliente

**ML** - Mililitro

**PDCA** - *PLAN-DO-CHECK-ACT* - Planejar-Fazer-Verificar-Agir

**5W2H** - *Who? What? Where? When? Why? How? How Much?* - Quem? O que? Onde? Quando? Por que? Como? Quanto?

**On-trade** - No comércio - Fazer uma venda direta a quem vai consumir no local

**Players** - instituições financeiras que compram, vendem e administram ações e outros ativos em nome de seus clientes, membros ou acionistas

**CNAE** - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

**Setup** - Configurar

**Backlog** - Pendências

**DPL** - Despaletizadora

**DCX** - Desencaixotadora

**LGF** - Lavadora de garrafas

**UIP** - Inspetor de garrafas

**ECH** - Enchedora

**ECH 1** - Enchedora 1

**ECH 2** - Enchedora 2

**PZ** - Pasteurizador

**ROT** - Rotuladora

**ROT 1** - Rotuladora 1

**ROT 2** - Rotuladora 2

**ECX** - Encaixotadora

**PL** - Paletizadora

***HDE*** - *High-Pressure Injection System* - Sistema de injeção de alta pressão

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 ESCOPO DO TRABALHO	17
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS	19
1.4.1 OBJETIVO GERAL	19
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA	20
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	21
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>22</b>
2.1 SETOR DE BEBIDAS E RELAÇÃO COM O INDICADOR IPE	22
2.2 LINHA DE PRODUÇÃO DE ENVASE	23
2.2.1 AUTOMATIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	23
2.2.2 MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	23
2.2.3 ENVASAMENTO	24
2.2.4 FUNCIONAMENTO DA ENCHEDORA	25
2.2.5 <i>SETUP</i>	26
2.2.6 DESEMPENHO DA PRODUÇÃO	27
2.2.7 MEDIDOR DE VAZÃO	28
2.3 O CICLO PDCA PARA EXECUÇÃO DE UM PROJETO	29
2.3.1 <i>PLAN</i>	30
2.3.2 <i>DO</i>	33
2.3.3 <i>CHECK</i>	34
2.3.4 <i>ACT</i>	34
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b>	<b>35</b>
3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA-AÇÃO	35

3.1.1 ESTUDO EXPLORATÓRIO PARA CONHECIMENTO QUALITATIVO SOBRE PERDA DE EXTRATO	35
3.1.2 MAPEAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO DE ENVASE	36
3.1.3 ESTUDO E ACOMPANHAMENTO DO HISTÓRICO DE DADOS DE IPE	40
3.1.4 ANÁLISE DE DADOS COLETADOS NA PESQUISA	42
3.1.4.1 DRENAGEM DA CERVEJA	42
3.1.4.2 GARRAFAS COM SUBENCHIMENTO	43
3.1.5 DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE AÇÃO	44
3.2 IMPLEMENTAÇÃO DOS PLANOS DE AÇÃO	45
3.3 VALIDAÇÃO DAS IMPLEMENTAÇÕES	46
3.3.1 ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DOS RESULTADOS DA LINHA DE ENVASE	46
3.3.2 TESTE EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO MAIS NOVA E TECNOLÓGICA DA FÁBRICA	47
3.4 CRIAÇÃO DE UM CICLO DE GESTÃO	48
3.5 ANÁLISE CRÍTICA DA PESQUISA-AÇÃO	48
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>49</b>
4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS	49
4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	52
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>54</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b>	<b>55</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os processos estratégicos realizados por uma empresa têm efeito sobre o seu custo de produção. Slack et al. (2023) destaca sobre o aumento na intensidade das pressões competitivas e que os responsáveis por operações estão cada vez menos dispostos a aceitar baixos retornos sobre um dinheiro investido. Assim, propõe-se a utilização de cinco objetivos para avaliar o desempenho em um processo produtivo, são eles a qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo. Esses objetivos, quando otimizados, atribuem uma vantagem competitiva na operação e/ou no mercado.

A estratégia competitiva é um campo decisivo na gestão empresarial, pois define planos para que um negócio possa utilizar suas competências e recursos, de forma a maximizar seus ganhos e criar vantagens sobre o mercado, Porter (2005).

De acordo com Bornia (2010), com a crescente ascensão das empresas e o alto nível de complexidade no sistema produtivo, verifica-se que informações fornecidas sobre custos relacionados à produção, são potencialmente úteis ao auxílio gerencial, uma vez que contribui para o controle e tomada de decisão.

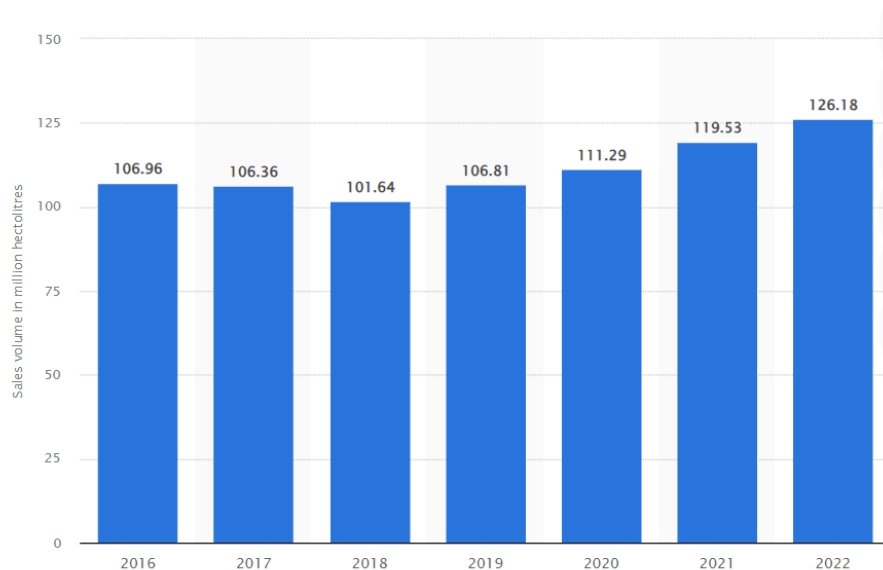
Para o desenvolvimento da pesquisa, foi relacionado as citações acima com a cultura e estratégias da empresa escolhida para o estudo. Na empresa, o sistema de gestão utilizado é o *Voyager Plant Optimization (VPO)*, este sistema foi criado pela própria companhia, a qual possui diversas evidências que comprovam seus resultados e eficiência. Com isso, o método é utilizado por todas as unidades da empresa, visando ser a estrutura clara da estratégia da companhia e direcionamento para atingir os resultados. O *VPO* consiste em pilares relacionados à uma pirâmide, sendo eles: o Pilar de Gente, de Segurança, Manutenção, Qualidade, Logística, Meio Ambiente, Gestão, Performance, Serviço e Custo. Este sistema consiste na otimização das operações nas fábricas, visando melhorar a eficiência, reduzir perdas e garantir a qualidade dos processos, ele é amplamente utilizado para padronizar as operações.

A empresa estudada é uma das líderes do mercado de bebidas no Brasil e no mundo, e continuamente busca melhorias nos seus processos e o enxugamento de custos para manter



sua competitividade. No Gráfico 1, é demonstrado seu volume de vendas no Brasil entre o ano de 2016 a 2022, pelo site Statista:

Gráfico 1: Volume de vendas no Brasil de 2016 a 2022 (em milhões de hectolitros).



Fonte: Statista (2023).

Observa-se que o volume de vendas está sendo calculado por hectolitros (hl), o que equivale a 100 litros de produto líquido. Desta forma, pode-se calcular que em 2022, por exemplo, foram vendidos 12.618.000.000 litros pela companhia.

O estudo visa identificar e solucionar as causas da perda de produto líquido em uma das fábricas dessa companhia. Ao aprofundar nos processos e operações, será possível entender os desafios e, a partir dessa análise, propor mudanças eficazes que possam otimizar a produção, reduzir desperdícios e gerar resultados significativos. Tem-se como intuito, transformar essa investigação em uma oportunidade de crescimento e eficiência, impulsionando a fábrica a operar com excelência.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O estudo possui colaboração científica pois abordou soluções para otimizar um processo, assim, foi relacionado com os cinco objetivos de desempenho propostos por Slack et al. (2023) e com a manufatura enxuta. A manufatura enxuta aborda sobre a necessidade da redução de desperdícios em uma produção para atingir a eficiência do processo, a proposta é

composta por sete tipos de desperdícios: superprodução, espera, processamento, estoque, transporte, movimentação e defeito, Ohno (1997).

Além disso, a pesquisa auxiliou no ramo da manutenção, uma vez que relacionou a manutenção dos equipamentos, com uma análise comparativa entre uma linha de produção antiga e com pouca tecnologia, para uma linha de produção com equipamentos/máquinas mais automatizados.

A pesquisa possui relevância para a companhia pois relacionou um de seus indicadores de foco para o ano de 2023 e 2024, com a redução de custos. Em agosto de 2023 a autora iniciou um estágio na fábrica a qual foi dirigido o estudo visando alcançar resultados mais significativos do indicador. Com resultados positivos, é possível implementar a solução encontrada para outras linhas de envasamento dentro da fábrica de Guarulhos e unidades da empresa. Dessa forma, ao utilizar o estudo em grande escala, há dois grandes benefícios: a redução significativa dos custos de produção e a melhoria nas condições de trabalho dos colaboradores, uma vez que a pesquisa contribui para a organização da área, redução de incidentes causados por piso molhado, atingimento de metas e reconhecimento.

Quanto à viabilidade deste estudo, ele se tornou concreto com a contribuição positiva dos *stakeholders* com o problema. Assim, a pesquisa foi realizada por meio da colaboração ativa da equipe e com base em dados concretos da companhia, que possui fonte de acesso como histórico de planilhas no Excel e gráficos no Power BI, tornando possível visualizar a gestão do indicador ao longo do tempo.

Ademais, pode-se destacar a contribuição da literatura acadêmica para o estudo e a cultura de autonomia para a implementação de ideias na fábrica.

### 1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Este trabalho estudou soluções para a redução do Índice de Perda de Extrato (IPE) em uma fábrica da companhia, para uma linha de produção, na área de Envase. A pesquisa foi realizada na unidade localizada em Guarulhos - São Paulo, e sua execução teve como foco três pilares do sistema de gestão *VPO*: Gestão, Manutenção e Custo.

Na fábrica, a perda de extrato é proveniente da área do processo de produção da cerveja e da área de envasamento, a qual é a etapa em que adiciona a cerveja produzida em um recipiente, para formar o produto final. O estudo focou na área de Envase (*Packaging*). O setor escolhido possui seis linhas de envasamento, e o foco será na linha de cerveja retornável

de 600 ml, a qual de janeiro a setembro de 2023, apresentou-se como a maior detratora do indicador de perda de extrato.

A linha escolhida funciona seis dias por semana, em três turnos de oito horas. Sua equipe é composta por um Coordenador, um Supervisor e quarenta e oito outros funcionários, divididos entre operadores, técnicos elétricos e técnicos de manutenção. A linha é a mais antiga da fábrica de Guarulhos, com equipamentos do ano de 1983, e possui problemas diários relacionados ao desgaste das máquinas. A pesquisa se limita pelo estudo dos dados quantitativos, e não realizará estudos relacionados à sazonalidade e tendências da empresa.

A pesquisa foi realizada entre setembro de 2023 a junho de 2024, com a participação diária da autora em rotinas relacionadas com o indicador, sendo elas:

- Fechamento diário do resultado de IPE por linha de envase: realizou-se o cálculo do índice de perda de extrato para todas as linhas de produção, diariamente. O cálculo foi realizado com base em valores coletados do dia anterior, do início e final das produções.
- Divulgação dos resultados: após realizado o cálculo, os resultados eram divulgados ainda na parte da manhã, para que cada responsável pela perda pudesse traçar a estratégia para o dia e, se necessário, tratar sobre o indicador em suas reuniões do dia.
- Grupo para reduzir custos: na fábrica, são criados grupos de trabalho com um encontro por semana, os grupos foram criados com o objetivo de tratar os principais problemas encontrados pela empresa. Assim, os líderes das reuniões direcionam planos de ação a serem realizados pelos responsáveis pelos temas abordados e oferecem um bate-papo para troca de experiências entre colaboradores de outras áreas ou unidades da companhia.
- Estudo e execução: na etapa de estudo e execução, é importante destacar que a pesquisa e os planos de ação propostos para melhorar o indicador foram condicionados pelo orçamento da fábrica, que prioriza soluções de baixo custo. A capacidade da linha de produção escolhida também influenciou, considerando que os equipamentos antigos apresentam limitações tecnológicas. Outro fator foi a disponibilidade da equipe, uma vez que a linha de produção selecionada é a subárea com maior carga de trabalho do *Packaging*, o que frequentemente dificultou a implementação das melhorias devido à ausência dos colaboradores. Além disso, a

pesquisa teve foco em utilizar ferramentas de gestão para melhorar a eficiência da linha, enquanto que para tratativas realizadas a manutenção, foram detalhadas pelo Especialista de Enchedora da fábrica. Vale destacar que a autora possuiu interface direta com o colaborador, o qual compartilharam conhecimentos e alinharam atividades a serem executadas.

## 1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

### 1.4.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho possuiu o objetivo de estudar soluções para reduzir o Índice de Perda de Extrato (IPE) na linha de cerveja retornável para 2,5% de perda e, por conseguinte, reduzir os custos de produção da fábrica. A escolha do índice de 2,5% está relacionado a meta da fábrica definido para a linha de produção, a escolha foi feita por dois Gerentes e uma Analista de Custos.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para que o objetivo acima fosse atingido, foi detalhado a programação das atividades:

- Realizar o mapeamento do processo de envase da linha selecionada, detalhando como cada etapa é executada em cada máquina e suas causas para a perda de extrato.
- Propor soluções para os principais problemas encontrados através de revisões de outros trabalhos, da aplicação de ferramentas da Engenharia de Produção e do intercâmbio de conhecimento com os colaboradores.
- Implementar planos de ação e monitoramento do comportamento do indicador de perda de extrato.
- Criar um ciclo de gestão para que o resultado seja contínuo.

## 1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

O estudo se denomina como pesquisa-ação, uma vez que seu desenvolvimento foi por meio da vivência diária da autora na área do *Packaging*, a qual participou das etapas do estudo e da aplicação das soluções. Para Engel, I. G. (2000), a pesquisa-ação é uma análise que une a teoria junto à prática, ela envolve a intervenção inovadora ao longo do processo, permitindo aos pesquisadores contribuir ativamente para melhorar a compreensão e resolver problemas na prática estudada. Assim, seus benefícios estão relacionados à flexibilidade para mudanças e ajustes, e corrobora para resultados efetivos e precisos.

A pesquisa foi conduzida utilizando a metodologia PDCA, dividida nas seguintes etapas: análise qualitativa e quantitativa da área envolvida. A análise qualitativa foi realizada através de entrevistas com os principais *stakeholders* relacionados ao problema, como o Gerente de Envase, Coordenador de Produção, Supervisor de Manutenção, operadores da linha e Analista de Custos. Para identificar as necessidades da área e as expectativas dos colaboradores, utilizou-se a metodologia Voz do Cliente (VOC). Além disso, a autora realizou um estudo prático com observações diárias na linha de produção para entender profundamente o processo relacionado à perda de extrato. A análise quantitativa foi baseada em dados históricos da empresa e em informações coletadas ao longo da pesquisa.

Em seguida, foi feito um mapeamento da linha de produção selecionada e uma investigação sobre as principais causas do problema. O mapeamento foi realizado por meio de um fluxograma que detalha cada etapa do processo de envase e suas especificações. Visões adicionais foram criadas, como o Gráfico de Pareto e o Diagrama de Causa e Efeito.

Por fim, a metodologia enfatizou a criação de planos de ação, utilizando a ferramenta dos Cinco Porquês para identificar a solução principal do problema. A partir disso, foram desenvolvidos planos de ação detalhados com base na ferramenta Quem? (*Who*)? O que? (*What*)? Onde? (*Where*)? Quando? (*When*)? Por que? (*Why*)? Como? (*How*)? Quanto? (*How Much*)? (5W2H) e na elaboração de procedimentos operacionais.

Além disso, foi realizada uma análise crítica da literatura acadêmica sobre o setor de bebidas, o processo de envase de cervejas retornáveis, manutenção, medição de vazão, e um estudo aprofundado sobre o Ciclo PDCA.

Esta pesquisa está fortemente relacionada à Engenharia de Produção, pois abrange conhecimentos técnicos e científicos sobre Processos Produtivos, Gestão Financeira e de Indicadores, e Manutenção.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa foi composta por cinco capítulos. No primeiro, foi realizado o detalhamento do tema escolhido, “Redução do Índice de Perda de Extrato no processo de envase em uma linha de produção de cerveja retornável”, assim, destacou-se as suas considerações iniciais, objetivo do estudo, metodologia e escopo do trabalho.

No segundo capítulo, foi desenvolvido o referencial teórico, o qual aprofundou conhecimentos científicos sobre os pontos mais relevantes do estudo, exemplificando conceitos e métodos que foram utilizados para o desenvolvimento teórico e prático.

O terceiro capítulo, foi abordado a conceituação da Empresa e da linha de produção escolhida, o qual foi realizado o mapeamento da pesquisa e aplicação das ferramentas gráficas da Engenharia de Produção. Por conseguinte, no quarto capítulo foram discutidos os resultados obtidos do estudo. Por último, no quinto capítulo, foram apresentadas as considerações finais da pesquisa e conclusões, sendo analisados seus pontos positivos e negativos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SETOR DE BEBIDAS E RELAÇÃO COM O INDICADOR IPE

O setor de bebidas tem grande relevância na indústria, sendo uma parte significativa na geração de empregos no Brasil, como aponta Viana, F. L. E. (2023). Segundo Cervieri, J. (2014), o crescimento do setor de bebidas está diretamente relacionado ao desempenho da economia brasileira. Quando a economia cresce, o setor de bebidas também tende a crescer, mas em períodos de retração econômica, o setor é impactado negativamente. Um exemplo disso foi durante a pandemia de Covid-19, onde Viana, F. L. E. (2023) destacou o impacto significativo sobre o setor, especialmente nas vendas de bebidas alcoólicas no mercado *on-trade*, que eram os principais canais de venda e precisaram interromper suas atividades por um período.

O mercado brasileiro passou por diversas transformações ao longo dos anos. Segundo Esperancini (2011), o setor de bebidas também passou por mudanças significativas e atualmente está mais alinhado às preferências do público. A Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) confirma que, entre 2016 e 2020, embora a cerveja e o chope continuassem representando a maior parte do mercado, o consumo de destilados e vinhos cresceu de forma expressiva. De acordo com o site Statista (2021), o Brasil é o terceiro maior produtor de vinhos, com uma produção anual de 190 milhões de litros. A expectativa é que essa produção aumente em cerca de 30% até 2024.

Com base no conhecimento acima, é possível ter duas conclusões acerca das informações: primeiro, a cerveja e o chope ocupam a maior parcela das vendas do setor de bebidas alcólicas, confirma Viana, F. L. E. (2023), o qual detalha que em 2022, a cerveja foi responsável por 91,9% do consumo de bebidas alcoólicas (em volume) no país. Isso faz com que haja a presença de muitos fornecedores locais e internacionais e de grandes *players* com atuação global, o que resulta em um mercado altamente competitivo; também, conclui-se que ao longo dos anos, o mercado está abrindo espaço para inovações e outros tipos de classe de produtos. Desse modo, é de grande importância para uma empresa do setor, buscar melhorias e otimizações para conseguir se adaptar e destacar.

Na fábrica de Guarulhos, a produção da cerveja retornável de 600 ml equivale a uma porcentagem significativa do volume comercializado pela companhia. A linha de envase escolhida, junto a mais uma linha de cerveja retornável de 600 ml da companhia, são

responsáveis por suprir a demanda do produto no estado de São Paulo. Sendo assim, ao ser realizado melhorias em um de seus indicadores que possui efeito direto nos custos de produção, é possível obter vantagem competitiva no mercado. Como exemplo disso, a fábrica ao atingir uma maior margem de lucro, pode aumentar seus investimentos/ inovações e oferecer preços mais baixos para os clientes.

## 2.2 LINHA DE PRODUÇÃO DE ENVASE

### 2.2.1 AUTOMATIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

O mundo vem experimentando uma constante evolução relacionada à indústria, à tecnologia, automatização e meios de produção. Os autores Silveira, L. & Lima, W. (2003), destacam sobre a necessidade de processos de automação em indústrias de grande porte, a qual é crucial para sua sobrevivência e concorrência.

Além disso, Tessarini, J. (2018), ressalta que uma revolução está intrinsecamente ligada a mudanças profundas e à ruptura de paradigmas estabelecidos anteriormente. Desse modo, do século XVIII aos dias atuais, o mundo já vivenciou grandes revoluções industriais, as quais foram marcadas por inovações tecnológicas e mudanças drásticas no ambiente da produção. O autor também aborda sobre o cenário atual e futuro que se espera, a qual enfatiza sobre a Indústria 4.0 e a alta tecnologia que a mesma oferece.

Na indústria, a automação de processos se apresenta como uma solução eficaz para reduzir a intervenção humana e reduzir os esforços físicos dos trabalhadores. A automatização industrial proporciona um controle mais rigoroso e padronizado de todas as etapas do processo produtivo, garantindo maior eficiência e consistência nos resultados, Silva (2014).

### 2.2.2 MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

A história da manutenção evoluiu junto ao desenvolvimento industrial, começando no final do século XIX com a mecanização das indústrias e a necessidade de reparos. Com o decorrer do tempo, e do desenvolvimento de produtos e serviços, juntamente com a produção em massa, aumentaram as exigências sobre máquinas e equipamentos. Na manutenção industrial, a sua dimensão cresceu a ponto de compartilhar o protagonismo com a operação,



influenciando diretamente nas estratégias organizacionais, Neto, F. & Peres, M. & Cardoso, I. (2011).

A manutenção industrial abrange um conjunto de atividades técnicas e gerenciais para assegurar que os equipamentos funcionem dentro das especificações projetadas. Quando há a sua deficiência, pode causar diversos problemas no processo produtivo, como diminuição da capacidade produtiva, aumento da variabilidade do processo e redução do faturamento. Dessa forma, a manutenção industrial tem como objetivo principal assegurar a eficiência, produtividade, confiabilidade e segurança das operações industriais, Farahani, T. (2021).

Existem diversos tipos de manutenção, sendo as mais usuais a manutenção preventiva, preditiva e corretiva. Conforme Baptista (2002), a manutenção preventiva é realizada de forma antecipada, com o intuito de mitigar riscos e maximizar a disponibilidade dos equipamentos. A manutenção preditiva baseia-se no monitoramento contínuo das condições dos equipamentos, visando detectar falhas iminentes e realizar intervenções preventivas. Enquanto a manutenção corretiva, por sua vez, é executada após a ocorrência de uma falha, com o objetivo de restabelecer as condições normais de operação.

Como já foi citado, a linha a qual foi dirigida o estudo possui 41 anos de uso e dados da fábrica demonstram que ao longo dos anos houve uma redução de capacidade de produção em cerca de 25%. Portanto, na pesquisa, é importante considerar uma linha de produção que apresenta falhas estruturais e tecnológicas. Com tudo isso, geralmente, na linha escolhida as manutenções realizadas são do tipo corretiva.

Pode-se descartar que as deficiências apresentadas comprometeram a realização do estudo. Para validar essa informação, após a pesquisa, foi realizada uma análise comparativa entre a linha de produção escolhida e outra linha da mesma unidade. Essa segunda linha também é dedicada à cerveja retornável e conta com equipamentos que estão em uso há aproximadamente quinze anos.

### 2.2.3 ENVASAMENTO

O desenvolvimento das embalagens ao longo dos anos reflete as mudanças nas necessidades sociais e tecnológicas dos diferentes períodos da história. No início dos tempos, as primeiras populações não necessitavam de embalagens elaboradas, pois consumiam alimentos e utilizavam seus pertences no mesmo local em que os adquiriam. Com a evolução das atividades econômicas, como a caça, a pesca e a agricultura, surgiram as primeiras formas

de embalagem, as quais eram utilizadas para proteger os produtos de adversidades. Essas embalagens eram geralmente confeccionadas com materiais naturais e produzidas de forma artesanal, como cestos de fibras, bolsas de pele de animais e cabaças. A complexidade das embalagens acompanhou o avanço crescente do mundo, seus próximos passos para a evolução foram a criação do vidro fundido soprado, o qual permitiu um marco para a produção em larga escala e recipientes variados, Associação Brasileira de Embalagem (ABRE, 2020).

No contexto brasileiro, o desenvolvimento das embalagens está intrinsecamente ligado a eventos históricos, como a chegada da corte portuguesa em 1808 e a Revolução Industrial. Durante o período colonial, a produção de embalagens era limitada, com predominância de sacos de papel, garrafas de vidro, latas e barris de madeira. No entanto, a industrialização impulsionou a necessidade de proteger e conservar melhor os produtos, especialmente alimentos, levando à diversificação e sofisticação das embalagens, Associação Brasileira de Embalagem (ABRE, 2020).

Para a produção de cerveja, existem alguns tipos de materiais adequados para o seu armazenamento, como o vidro, alumínio, aço carbono, aço inox, plástico e madeira. Os materiais são utilizados para fazer os recipientes, os quais são disponíveis em vários formatos e cores. Para a garrafa de vidro, seus modelos mais utilizados são com o vidro transparente, verde e marrom, os quais protegem a cerveja de luz e oxigênio. O sistema de fechamento da embalagem utiliza uma tampa com borracha e metal, para assegurar uma vedação eficaz, e prolongar a qualidade da cerveja, Escola Superior de Cerveja e Malte (2021).

Segundo Rozenfeld (2006), uma linha de cerveja retornável se compõe pelos seguintes passos: inspeções de embalagens ou vasilhames não conforme, passagem pela lavadora de garrafas, onde é lavado os vasilhames com soda cáustica e água, depois, outra inspeção, por conseguinte, o enchimento, o qual é envasado o extrato no vasilhame e, por fim, o processo de embalagem do produto. Na linha a qual foi dirigido o estudo, suas especificações se relacionam com a citação feita pelo autor, e o “vasilhame” citado, pode-se comparar com uma garrafa retornável de cerveja.

#### 2.2.4 FUNCIONAMENTO DA ENCHEDORA

As enchedoras são responsáveis por adicionar a cerveja dentro das garrafas. Na linha de produção estudada, seu layout é formado por duas enchedoras que são responsáveis pelo enchimento do extrato junto ao vasilhame e arrolhamento do produto. De acordo com Mello

(2012), o processo de enchimento é realizado a partir do controle das válvulas da máquina, a quais são acionadas eletro-pneumaticamente (função do tempo) e, ocorre o processo de enchimento quando o equilíbrio da pressão interna da garrafa e do reservatório da máquina (cúpula), forem alcançados. O equipamento pode ser observado pela Figura 1:

Figura 1: Equipamento Enchedora.



Fonte: Addens.

### 2.2.5 *SETUP*

O *setup* de máquinas é um conjunto de procedimentos necessários para preparar um equipamento para executar uma função específica ou produzir determinado produto. Esse processo envolve o *setup* interno, relacionado a ajustes na própria máquina, o *setup* externo, referente à preparação de materiais e ferramentas fora dela e o *setup* operacional o qual abrange as atividades realizadas por operadores. As etapas para realizar o *setup* incluem a preparação do ambiente de trabalho, verificação de materiais e ferramentas, configuração dos parâmetros, calibração de dispositivos e testes finais. A execução adequada dessas etapas assegura uma operação consistente e confiável, minimizando o tempo de inatividade e o desperdício de recursos, (Sensio 2024).

Com base no conhecimento apresentado, a autora realizou uma visita técnica na linha estuda para identificar as particularidades do *setup*. A regulagem da linha é realizada para início de produção e para troca de produção de produto, uma vez que na linha são produzidos dois tipos de produto distintos. No processo de *setup*, é realizada a drenagem do extrato nas

tubulações e enchedoras, seguindo especificações, para atingir as conformidades de qualidade do produto.

## 2.2.6 DESEMPENHO DA PRODUÇÃO

Para Slack et al (2023), medir o desempenho de uma linha de produção é um processo para quantificar as ações direcionadas a ela e o seu funcionamento. O autor destaca que existem diversos fatores e medidas que podem ser usadas para o cálculo, como em nível societário, estratégico e operacional. Deve-se a organização escolher quais medidas são mais importantes para controlar o seu processo, para assim, encontrar os indicadores-chave e, realizar um aprofundamento detalhado sobre suas particularidades. Um indicador-chave na subárea do *Packaging* é a taxa de desperdício, define o cálculo pela Equação (1):

$$\text{Taxa de Desperdício (\%)} = \left( \frac{\text{Quantidade Desperdiçada}}{\text{Quantidade inicial}} \right) \times 100 \quad (1)$$

A taxa de desperdício pode ser relacionada com o Índice de Perda de Extrato da fábrica. Nesse cálculo, para a área, é identificado o quanto de cerveja é desperdiçado do começo ao final do envase do produto, e quanto a perda representa diante da taxa de produção de produtos conformes. A fórmula da taxa de desperdício pode ser adaptada para o cálculo da perda de extrato, define a Equação (2):

$$\text{Taxa de Desperdício (\%)} = \left( \frac{\text{Quantidade total enviada} - \text{Produto líquido}}{\text{Quantidade total enviada}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Cada fator da Equação (2) corresponde a:

- Taxa de desperdício: o Índice de Perda de Extrato, vale destacar que é possível mensurar também, o quanto foi perdido em volume.
- Quantidade total enviada: na entrada da linha de envase, possui um medidor de vazão, pelo medidor, é possível mensurar a quantidade de cerveja, em volume, foi enviado em uma produção. Para cálculo, é necessário realizar a subtração

do valor do medidor de vazão do final da produção, diminuído pelo valor do início. Diariamente esses valores são coletados, a forma de coleta é realizada por fotos tiradas pelo operador responsável e enviadas em um grupo.

- Produto líquido: é medido o volume dos produtos finais conformes, o valor pode ser encontrado pela multiplicação entre sua quantidade total, por 600 ml, ou 0,006 hl, como se especifica a linha.

### 2.2.7 MEDIDOR DE VAZÃO

Para Delmée, G. J. (2003), a medição de vazão possui grandes aplicações em transporte de fluidos, seja ele por gás, sólido ou líquido. Há diversas grandezas e recursos tecnológicos para realizar o cálculo da medição, como demonstra o Quadro 1:

Quadro 1: Grandezas mais usadas na teoria de medição de vazão.

Grandeza	Unidades do SI	Unidades usuais na indústria*
Comprimento	Metro (m)	cm; mm
Área	Metro quadrado (m <sup>2</sup> )	cm <sup>2</sup> ; mm <sup>2</sup>
Volume	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	cm <sup>3</sup> ; mm <sup>3</sup>
Tempo	Segundo (s)	min; h; dia
Massa	Quilograma (kg)	
Massa específica	Quilogr. p/metro cúbico (kg/m <sup>3</sup> )	
Força	Newton (N)	quilograma-força (kgf)
Peso		quilograma-peso (kgp)
Peso específico		(kgf/m <sup>3</sup> )
Pressão	Pascal (Pa)	bar; kgf/cm <sup>2</sup> ; kgf/m <sup>2</sup>
Viscosidade dinâmica	Pascal-segundo (Pa.s)	poise, cP
Viscosidade cinemática	Metro quadr. p/ segundo(m <sup>2</sup> /s)	stokes (cSt)
Vazão em massa	Quilograma p/segundo (kg/s)	t/h
Vazão em volume	Metro cúbico p/segundo (m <sup>3</sup> /s)	m <sup>3</sup> /h; m <sup>3</sup> /dia
Vazão em peso		kgf/s; kgf/h

Fonte: Delmée, G. J. (2003).

Relacionando os dados do Quadro 1 com a medição de vazão utilizada na fábrica, a medição da linha é realizada por vazão em volume, porém, no cálculo para perda de extrato,

as unidades de medida são convertidas. Assim, é transformado metro cúbico por segundo ( $\frac{m^3}{s}$ ) para hectolitros por dia ( $\frac{hl}{dia}$ ).

### 2.3 O CICLO PDCA PARA EXECUÇÃO DE UM PROJETO

Para Quinquilo (2002), o Ciclo Planejar (*Plan*), Fazer (*Do*), Verificar (*Check*) e Agir (*Act*) (PDCA) é uma ferramenta de melhoria contínua que foi originalmente desenvolvida na década de 1930 pelo estatístico Walter A. Shewhart, e é definido como um ciclo de controle dos processos, o qual auxilia no diagnóstico, análise e tratamento dos problemas organizacionais, podendo ser aplicado a qualquer tipo de processo para soluções de problemas. Pode-se ressaltar, que a ferramenta passou a ser conhecida nos anos 50, por meio da divulgação de William Edwards Deming, com suas palestras no Japão, o qual fez com que o Ciclo PDCA tornasse amplamente conhecido no mundo.

O ciclo tem por princípio a melhoria contínua, isto é, sempre que atingir seus resultados e finalizar um ciclo, é iniciado um novo, com o intuito de tornar ainda mais claros e ágeis os processos, identificando as causas dos problemas e quais as soluções. A metodologia se define em quatro etapas, como demonstra a Figura 2:

Figura 2: Ciclo de Gerenciamento PDCA.



Fonte: Sousa, G. (2015).

Para a realização da pesquisa-ação, foi relacionado a metodologia do Ciclo PDCA com ferramentas da Engenharia de Produção para efetuar cada um dos passos. Sendo assim, o estudo realiza-se de tal maneira:

### 2.3.1 *PLAN*

Para Andrade e F. F. (2003), essa etapa pode ser dividida em cinco fases, sendo elas a localização do problema, o estabelecimento da meta, a análise do fenômeno, análise do processo e a elaboração de planos de ação. Com base nesse conhecimento e relacionando com as ferramentas da Engenharia de Produção, o planejamento foi executado seguindo os passos:

- Localização do problema: o diagnóstico do problema foi feito por meio da pesquisa VOC, nesse diagnóstico, visa entrevistar os envolvidos do problema para coletar suas percepções, possíveis soluções, maiores dores e expectativas com a pesquisa. A VOC possui foco na obtenção e compreensão da voz do cliente e é uma definição preliminar da ideia de como um produto suprirá as necessidades relatadas pelos envolvidos Cheng & Melo F. (2007).
- Estabelecimento da meta: as metas representam uma parte dos objetivos a serem alcançados em um período de tempo, geralmente de forma setorizada. Elas são mensuráveis e devem ser constantemente monitoradas para garantir o progresso e o alinhamento com os objetivos organizacionais. Para sua definição, pode-se utilizar a metodologia Específico (*Specific*), Mensurável (*Measurable*), Atingível (*Attainable*), Relevante (*Relevant*) e Temporal (*Time Based*) (SMART), Picchiani D. (2012). A metodologia pode ser detalhada da seguinte forma:
  - Específico: a meta deve ser bem definida, precisa e compreensível;
  - Mensurável: a meta deve permitir a criação de indicadores que possibilitem a avaliação de seu desempenho;

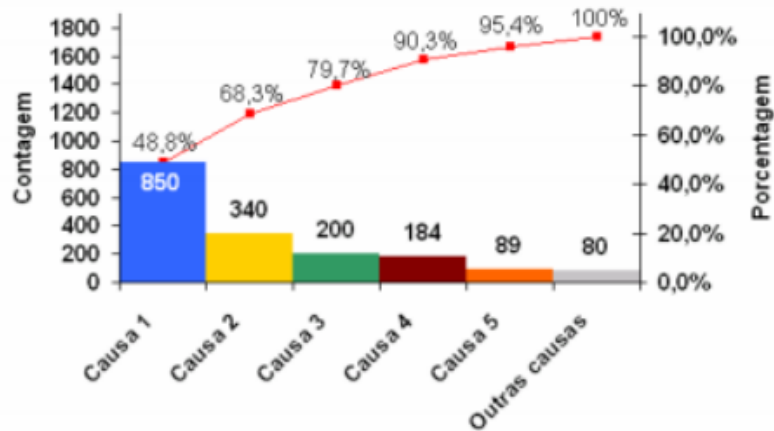
- **Atingível:** precisa ser possível de realizar, levando em consideração os recursos e limitações existentes;
- **Relevante:** deve ter importância direta para o trabalho, contribuindo para os objetivos ou a missão da equipe;
- **Temporal:** por último, deve conter prazos e cronogramas claros para assegurar o cumprimento no tempo adequado.

Relacionando o conhecimento com a pesquisa realizada, a meta foi estabelecida por meio da metodologia SMART e com base em um histórico de dados quantitativos da fábrica. A decisão foi determinada por meio de um alinhamento com Gerente, Coordenador e Analista de Custos da área.

- **Análise do fenômeno:** o Diagrama de Pareto dispõe as informações em formato gráfico vertical a fim de facilitar a visualização e a priorização de problemas. Essa ferramenta, se baseia no princípio de que os problemas relacionados à qualidade podem ser classificados como muito ou pouco importantes, o quais os muito importantes resultam em grandes perdas para a organização, e, os pouco importantes, somam muitos problemas em número, mas que não acarretam perdas significativas à empresa. Juran (1992) aplicou o “Princípio 80/20”, o qual destaca que é comum que 80% dos problemas resultem de apenas 20% das causas.



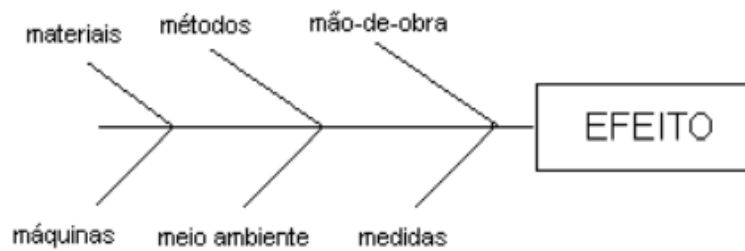
Gráfico 2: Exemplo de Diagrama de Pareto.



Fonte: Aguiar (2002).

- Análise de processo: nessa análise, coletou os principais problemas que afetam o indicador de perda de extrato. A partir disso, foi estratificado cada um desses problemas para entender sua causa raiz, por meio do Diagrama de Ishikawa. Também chamado de Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de Peixe, Vergueiro (2002) destaca como a ferramenta é utilizada: deve-se colocar o problema ou efeito a ser analisado do lado direito de uma folha, a partir disso, do lado esquerdo, deve ser descrito as diversas causas que contribuem para seu surgimento; após a determinação das causas, deve-se agrupá-las de forma hierárquica de importância, até o nível de detalhe que seja considerado necessário. Para Slack et al. (2023), esse método é efetivo na busca das raízes do problema. O diagrama citado é representado da seguinte maneira:

Figura 3: Diagrama de Ishikawa e ilustração dos 6M.



Fonte: Campos (1999).

- Elaboração de plano de ação: os planos de ação foram executados pelas ferramentas de 5W2H e Procedimento Operacional Padrão (POP):
  - 5W2H: para Lenzi & Kiesel & Zucco (2010), o 5W2H trata-se de uma ferramenta de gestão empresarial que é utilizada na definição de planos de ação com o objetivo de garantir que todas as informações necessárias para a execução sejam definidas e detalhadas. O método consiste em fazer perguntas para que se obtenha informações primordiais que servirão de apoio para o planejamento;
  - POP: sua função é elaborar instruções detalhadas descritas para alcançar a uniformidade na execução de uma função específica. O POP possui como diferencial de outros procedimentos, pois procedimentos mais simples exemplificam o que fazer em uma determinada situação, enquanto que o trabalho padronizado detalha a sequência e tempo de ciclo a ser executada, além de relatar informações necessárias para que um leigo na atividade consiga realizar o que se determina Ballé (2015).

### 2.3.2 DO

Destaca Andrade, F. F. (2003) que nessa fase todos os planos de ação elaborados no planejamento devem ser colocados em prática. Na execução, é necessário que haja uma

estruturação e monitoramento dos planos de forma eficiente, para que assim, seja possível mensurar de forma clara os resultados propostos no Ciclo.

Para Campos (2004), pode-se dividir essa fase em duas determinadas ações:

- Treinamento: apresentação do plano para os envolvidos e ensinamento de como as atividades deverão ser realizadas.
- Execução da ação: durante a execução, devem ser feitas verificações periódicas a fim de manter o controle e eliminar possíveis dúvidas que possam ocorrer ao longo do processo.

### 2.3.3 *CHECK*

Para Andrade, F. F. (2003), é necessário que na execução da segunda etapa do Ciclo PDCA, os procedimentos tenham sido formalizados adequadamente, para assim, ao realizar a verificação dos planos no terceiro módulo, seja possível estabelecer quais resultados são eficazes para continuar na resolução do problema e quais apresentam erros e falhas, para serem corrigidos. Relacionando o conhecimento com a atividade na linha de produção, a fase de verificação foi crucial para coletar feedbacks dos colaboradores envolvidos, uma vez que muitos não possuem familiaridade com sistemas tecnológicos. Isso permitiu adaptar os planos de ação às necessidades específicas dos operadores, garantindo maior sucesso para as implementações.

### 2.3.4 *ACT*

No último módulo, o Ciclo PDCA visa padronizar as ações executadas que geraram resultados positivos, visando a melhoria contínua. Esse processo consiste na elaboração de um novo padrão ou na alteração de um já existente, o qual deve contemplar os procedimentos necessários para a execução desse novo modelo de gestão. Os procedimentos devem estar estruturados em como serem executados, o que deverá ser feito, quem será o responsável por determinada atividade, quando ela deve ser feita, qual o local e de qual maneira a tarefa deve ser executada, como aborda Andrade, F. F. (2003).

### 3. DESENVOLVIMENTO

A pesquisa-ação feita neste trabalho foi iniciada em setembro de 2023. Desenvolveu-se a pesquisa por meio da metodologia PDCA:

#### 3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA-AÇÃO

A primeira etapa do estudo foi composta por uma análise qualitativa e quantitativa para encontrar os principais problemas para a perda de extrato na linha de envase. Por conseguinte, foram criados planos de ação para serem inseridos na rotina dos colaboradores da linha.

##### 3.1.1 ESTUDO EXPLORATÓRIO PARA CONHECIMENTO QUALITATIVO SOBRE PERDA DE EXTRATO

Para a análise qualitativa, foram realizadas entrevistas com dez envolvidos no problema de perda de extrato. Foram entrevistados quatro operadores de enchedora, um operador de rotuladora, três líderes responsáveis pela linha de produção, uma Analista de custos e um Especialista de Enchedora. A entrevista foi realizada pela metodologia VOC, por meio das seguintes perguntas:

1. Para você, o que é a perda de extrato?
2. Por que a linha de envase escolhida não está priorizando a melhoria do indicador?
3. Para você, qual o maior problema relacionado a isso?
4. Qual inovação você acha que seria necessária para mudar esse cenário?
5. Qual sua maior dificuldade para colaborar nas rotinas relacionadas a perda de extrato?

As entrevistas com os colaboradores foram realizadas entre outubro e novembro de 2023, elas foram realizadas pessoalmente, e levou cerca de 1 hora cada. Na conversa, foi relatado sobre a dificuldade de implementação de planos de ação, uma vez que a linha possuía problemas imediatos de manutenção e apresentava baixo orçamento para a maioria dos *backlogs* planejados. Também, foi descrito sobre a mentalidade da equipe da operação, que, por muitas vezes, apresentavam métodos enraizados e reatividade para novas implementações, indo de contrapartida com a cultura atual da companhia. Pode-se destacar que a pesquisa foi validada antes e após sua execução, por um líder da empresa, a qual confirmou a veracidade das informações.

### 3.1.2 MAPEAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO DE ENVASE

Em novembro de 2023 foram realizadas visitas técnicas na linha de produção para o conhecimento do seu funcionamento. Foi identificado que o layout da linha de envase é em formato em “U”. Para Lemos, F & Fogliatto, F (2003), essa configuração visa a redução das distâncias de transportes, a redução do ciclo de produção, a redução de horas-homem de transporte e o aumento da eficiência da produção. Além disso, foi possível conhecer cada equipamento da linha de produção, sua função e particularidades:

- Despaletizadora (DPL): a área de Logística da fábrica abastece o início da linha com paletes carregados de caixas de cerveja com vasilhames vazios. Ao iniciar o processo, na etapa de despaletização será retirado as caixas de cerveja dos paletes. Após isso, as caixas se deslocam por um transporte para a desencaixotadora;
- Desencaixotadora (DCX): em seguida, neste equipamento é realizada a retirada do vasilhame das caixas, através de dezenas de pinças do equipamento. Nesta etapa, os vasilhames seguem para a lavadora, e as caixas são direcionadas para o equipamento da encaixotadora;
- Lavadora de garrafas (LGF): por conseguinte, os vasilhames enviados pelo transporte passam pelo processo de lavagem, nesta etapa, são retirados resíduos de dentro das garrafas e rótulos da sua parte externa. A lavadora de garrafas possui cinco tanques,

seus três primeiros compostos com substâncias químicas e soda cáustica, e os dois últimos com água, para a limpeza final;

- Inspetor (UIP): após saírem da lavadora, os vasilhames são direcionados para o inspetor. Este equipamento possui diversos sensores e câmeras para verificar todos os padrões que a lavagem na etapa anterior deve atender. Caso o vasilhame não apresente as especificações necessárias, automaticamente ele retorna para a esteira que volta para o processo de lavagem, enquanto que os vasilhames que atingem a especificação, seguem para a próxima etapa do processo;
- Enchedora (ECH): nessa fase é enviado o extrato pela área de Processo de Produção e realizado o envase de acordo com a passagem de garrafas no equipamento. O extrato é adicionado dentro do vasilhame e logo em seguida, o vasilhame é arrolhado para que o produto seja fechado;
- Pasteurizador (PZ): a pasteurização da cerveja tem como objetivo inativar a levedura fermentadora e potenciais microrganismos deteriorantes, estendendo assim a vida do produto, Maia, A. S. P. (2012). Nesse processo, os produtos saem da enchedora e seguem para o pasteurizador, onde são submetidos a esguichos de água a uma determinada temperatura. O procedimento garante a pasteurização da cerveja, eliminando microrganismos prejudiciais, sem alterar suas características sensoriais, como sabor e frescor, assegurando a qualidade e a segurança do produto até o consumo. Após isso, os produtos são direcionados para a rotuladora;
- Rotuladora (ROT): nessa fase, os vasilhames são rotulados e adicionadas suas respectivas datas de validade. Nessa máquina há mais um nível de inspeção, a qual os produtos são distribuídos entre conformes e não conformes. A inspeção é realizada automaticamente, por meio de sensores que expulsam as garrafas ruins para fora da esteira principal;
- Encaixotadora (ECX): nessas duas últimas etapas, os equipamentos possuem a mesma funcionalidade das duas primeiras máquinas citadas, porém realizam a atividade de

forma contrária. Assim, no processo de encaixotamento, os vasilhames que estiverem conformes serão adicionados dentro das caixas, para seguirem para a paletização;

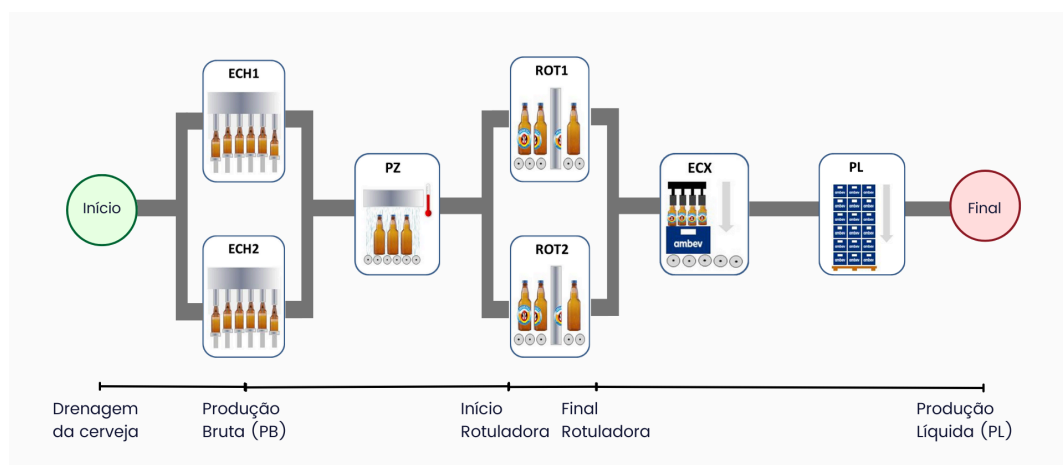
- Paletizadora (PL): essa é a fase final do processo de envasamento, as caixas são organizadas em camadas e, por conseguinte, adicionadas aos paletes, para formar um empilhamento. A partir da finalização, os produtos são entregues para a área de Logística que fica responsável pelos próximos passos;

Com base no conhecimento adquirido, foi elaborado um Fluxograma que descreve todas as etapas da produção que possam ter perda de extrato, desde o enchimento dos recipientes até o produto final. Pelo mapeamento, é possível identificar os pontos críticos do processo, as causas e os pontos de melhoria.

Para Slack et al. (1997), um Fluxograma possibilita o registro detalhado das ações e dos pontos de tomada de decisão ao longo de um fluxo de atividades. Ele permite que cada etapa do processo seja identificada e analisada, destacando os momentos críticos em que decisões importantes são feitas ou onde há potencial para melhorias. Ao fornecer uma visão estruturada do fluxo de trabalho, essa abordagem facilita a identificação de ineficiências, gargalos e desvios, além de permitir a identificação da necessidade de ajustes.

Foram construídas duas visibilidades para detalhamento sobre a perda de extrato. Na Figura 4 é abordado o Fluxograma das etapas a quais possam ter perda de extrato:

Figura 4: Processo de envase e pós-envase de cerveja.



Fonte: Elaboração própria (2024).

O Fluxograma foi criado levando em consideração os contadores de garrafas que a linha possui. Foi feito dessa forma para possibilitar o monitoramento por cada um dos trechos, no acompanhamento, é possível identificar a quantidade de vasilhames perdidos em cada uma das etapas. Descreve a Figura 4:

- I. Drenagem: é realizado o equilíbrio da cerveja na tubulação para que o líquido esteja em condições ideais para ser envasado. Para esse processo, é feita a interface entre os operadores da área do *Packaging* e da área do Processo, a qual será responsável por enviar a cerveja para a linha de produção. A partir disso, cabe aos operadores da linha efetuar o procedimento para drenagem e, por conseguinte, retirar amostras para verificação das especificações de cerveja. A drenagem é realizada em partidas de linha e no *setup* para troca de produto.
- II. Produção bruta: a produção bruta são todos os produtos que foram envasados na linha, considerando os produtos conformes e não conformes.
- III. Início da rotuladora: após a produção bruta, os produtos seguem por uma esteira, a qual são transportados para o pasteurizador, por conseguinte, seguem para a rotuladora. Nesse transporte, pode-se haver perdas de garrafa por quebra ao ser transportada e por estouro, dentro do pasteurizador. Com isso, no início da rotuladora é feita mais uma contagem, para identificação de quantas garrafas boas chegaram no equipamento.
- IV. Final da rotuladora: na etapa de rotulagem, todas as garrafas que entram no equipamento são rotuladas. Depois disso, é feita uma inspeção a qual são retiradas garrafas não conformes.
- V. Produto líquido: por fim, é realizado o processo final de produção e, assim, contabilizado a quantidade de garrafas conforme chegaram até o final da produção.

Com base nos trechos apresentados na Figura 4, foi criado o Quadro 2 detalhando as principais causas para a perda de extrato na linha:



Quadro 2: Causas para a perda de extrato por trecho.

<b>Equipamento</b>	<b>Causas para a perda de extrato</b>
Drenagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procedimento despadronizado</li> <li>- Quantidade de enchimento da cúpula da enchedora</li> <li>- Falha na amostra teste</li> <li>- Falta de conhecimento da operação</li> </ul>
Enchedoras - ECH1 e ECH2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estouro de garrafa</li> <li>- Pressão da cúpula da enchedora</li> <li>- Enrosco de rolhas</li> <li>- Pressão do HDE</li> <li>- Volume médio de enchimento</li> <li>- Sub-enchimento</li> <li>- Temperatura da cerveja</li> <li>- Condutividade da cerveja</li> <li>- Quantidade de oxigênio na cerveja</li> <li>- Temperatura de saída das garrafas da lavadora</li> </ul>
Pasteurizador (PZ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garrafas com nível excessivo</li> <li>- Desalinhamento das chapas de transferência</li> <li>- Temperatura de saída das garrafas</li> </ul>
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descarrilhamento de esteiras</li> <li>- Elo empenado, caco de vidro, trepidamento ou folga da esteira</li> <li>- Lubrificação deficiente</li> </ul>
Rotuladoras - ROT 1 e ROT2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rejeição por falta de pressão no produto</li> <li>- Rejeição por corpo estranho</li> <li>- Rejeição por sub-enchimento</li> <li>- Rejeição por enchimento excessivo</li> <li>- Rejeição por mal rotulagem</li> <li>- Colisões</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria (2024).

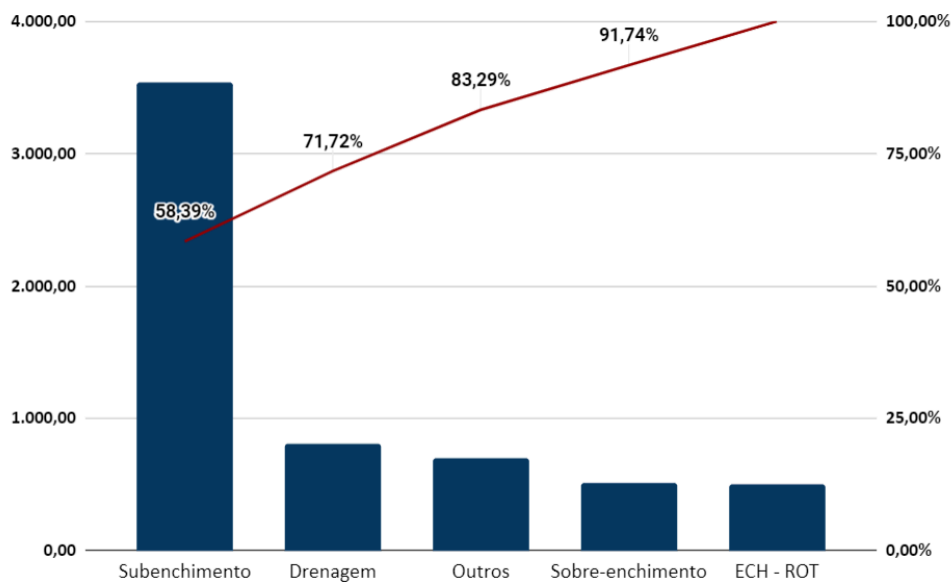
### 3.1.3 ESTUDO E ACOMPANHAMENTO DO HISTÓRICO DE DADOS DE IPE

Fez-se a pesquisa quantitativa em janeiro de 2024, por meio do histórico de dados da empresa. Pelo histórico de dados, foi possível identificar que não havia dados coletados dos trechos destrinchados no fluxograma. Dessa forma, foi inserido na rotina dos operadores da linha, a coleta dos medidores de todas as etapas do processo.

Durante o período de coleta dos dados para a análise, foi implementado um monitoramento diário para identificar as causas das perdas de extrato. Através do acompanhamento, foi possível identificar o principal fator responsável pela perda de extrato em relação ao dia anterior. Isso foi crucial para reverter problemas pontuais da linha e identificar ocorrências recorrentes. Além disso, o monitoramento e análise constante forneceu uma base sólida para a implementação de melhorias.

Após o período de coleta dos dados detalhados, foi possível identificar quais os principais problemas na linha de produção relacionados a perda de extrato. A identificação foi feita por meio do gráfico de Pareto, relacionando dados do período de janeiro, fevereiro e março:

Gráfico 3: Diagrama de Pareto: volume de perda (hl) por trecho.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Realizou-se uma análise detalhada do Gráfico de Pareto do presente trabalho e assim, pode-se identificar as duas maiores causas para a perda de extrato, sendo elas a perda por subenchimento, isto é, garrafas com enchimento abaixo de 600 ml e também, pelo procedimento de drenagem de cerveja. Vale destacar que a perda relacionada ao critério “Outros” são perdas inerentes ao processo, algumas desconhecidas. Para esse tipo de perda, houve tratamentos diários à parte.

Ademais, para o período de janeiro, fevereiro e março, foi calculado o índice percentual médio da perda de extrato da linha, a qual apresentou-se em 3,28%.

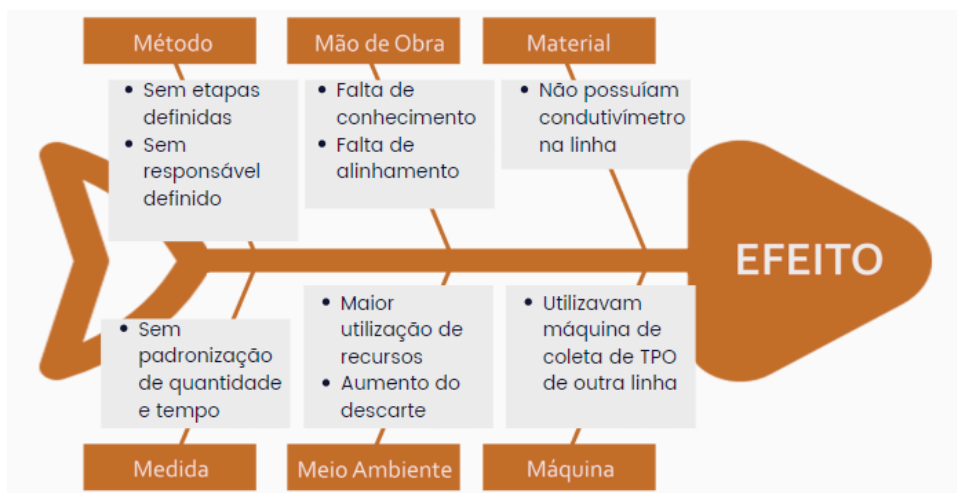
### 3.1.4 ANÁLISE DE DADOS COLETADOS NA PESQUISA

A partir da definição dos dois principais problemas relacionados ao indicador, foi feita uma análise robusta sobre como funcionam os processos das duas problemáticas, qual sua relação com gestão e manutenção e quais possíveis soluções.

#### 3.1.4.1 DRENAGEM DA CERVEJA

Nesse processo foi identificado que os responsáveis não possuíam um procedimento padrão e cada operador executava de uma determinada maneira. Também foi identificado a falta de conhecimento sobre o Índice de Perda de Extrato. Dessa forma, foram realizados seis acompanhamentos do processo de drenagem, para conhecimento detalhado de como funciona o processo, a qual foi calculado tempo, movimentos, métodos, etapas e distâncias. Após o acompanhamento, foi traçado pelo Diagrama de Ishikawa as possíveis melhorias para o processo:

Figura 5: Diagrama de Ishikawa: processo de drenagem da cerveja.



Fonte: Elaboração própria (2024).

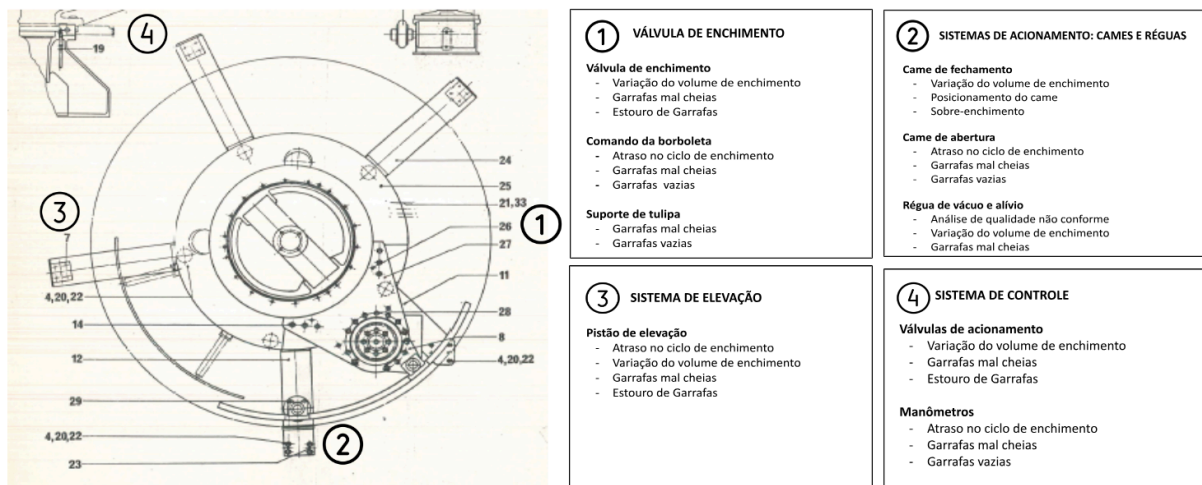
A partir disso, foi possível identificar como elaborar um procedimento padrão. Relacionado ao método e medida, foram inseridos valores no novo procedimento de tempo e volume, e identificado responsáveis; para a mão de obra, foi identificado a importância de

criar um treinamento para todos os responsáveis por efetuar o setup da linha; para a máquina e material, foram comprados máquinas e equipamentos necessários para o procedimento de setup, uma vez que, antes, os operadores precisam utilizar de outras áreas, e possuía um maior tempo de deslocamento; para o meio ambiente, o procedimento criado teve como objetivo reduzir a utilização de recursos e desperdícios.

#### 3.1.4.2 GARRAFAS COM SUBENCHIMENTO

Como observado pela análise de dados e frequentemente pela estratificação dos problemas de perda de extrato por dia, o maior detrator do índice são as garrafas envasadas mal cheias, a qual são expulsas em um inspetor dentro da rotuladora, após a rotulagem. Esse problema acontece por diversas causas relacionadas à manutenção da enchedora de garrafas. Para isso, foram levantados os principais problemas e, a partir disso, feita uma investigação aprofundada por meio da metodologia dos 5 Porquês. O Método dos 5 Porquês, desenvolvido pelo Sistema Toyota de Produção e descrito por Ohno (1997), é uma técnica que busca identificar a causa raiz de problemas. A abordagem consiste em questionar repetidamente "por quê?" para aprofundar a análise e descobrir a causa fundamental de um determinado problema. Nessa fase, a autora obteve auxílio de um Especialista de Enchedora para criar um estudo detalhado sobre a enchedora de garrafas, identificado como um componente pode influenciar em outro, para gerar o subenchimento. Descreve a Figura 6:

Figura 6: Componentes da enchedora de garrafas que influenciam no subenchimento.



Fonte: Elaboração própria (2024).

### 3.1.5 DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE AÇÃO

Com as análises, foi possível criar planos de ação embasados em dados concretos relacionados à linha de produção. Os planos de ação foram criados e, antes de sua implementação, foram alinhados com os líderes responsáveis pela subárea.

De tal modo, foi criado um procedimento padrão para a drenagem de cerveja. A companhia possui um sistema próprio para criação e histórico de procedimentos, assim, o procedimento foi criado na plataforma, o qual exemplificou detalhadamente cada passo a ser seguido pelo operador responsável, os tempos necessários e padrões de medida. No procedimento, as etapas foram detalhadas por escrito e por foto, para facilitar o entendimento.

Para o problema relacionado ao subenchimento, foram criados três planos de ação:

1. Foi feito um quadro para auxiliar os operadores em tomadas de decisão relacionadas com o subenchimento, assim, quando o índice de subenchimento fosse apresentado alto, os próprios operadores poderiam tomar uma decisão rápida para reverter o problema. O Quadro 3 foi feito com base nos principais problemas que podem acontecer na enchedora, e medidas rápidas para mitigá-los:



Um ponto importante nesta etapa foi a conscientização da equipe para a redução do indicador, o que resultou em um aumento significativo do sentimento de responsabilidade e compromisso entre os envolvidos. Ademais, para garantir que as atividades fossem realizadas de forma eficaz e dentro dos prazos estabelecidos, foram implementadas rotinas de acompanhamento, onde cada liderado era responsável por reportar o progresso de suas tarefas para seus líderes ou em reuniões.

### 3.3 VALIDAÇÃO DAS IMPLEMENTAÇÕES

Na terceira fase do Ciclo PDCA é realizada a checagem dos planos de ação criados, para entender se os planos estão atingindo os resultados esperados e quais ajustes necessitam para atingir a melhoria contínua. Assim, nessa etapa foram realizados dois tipos de verificação: na própria linha escolhida, a qual foi feita com uma comparação de dados passados com dados após as implementações e, em outra linha de produção, para verificar a diferença de resultados entre uma linha com equipamentos antigos e uma linha com equipamentos novos e mais automatizada.

#### 3.3.1 ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DOS RESULTADOS DA LINHA DE ENVASE

Foram realizadas diversas coletas de dados para adequar e aprimorar as melhorias. Vale destacar que os planos iniciais propostos passaram por muitas alterações até atingirem o seu objetivo.

- Drenagem da cerveja: pelo acompanhamento, foi possível identificar pontos para aumentar o detalhamento do procedimento e duas alterações no procedimento inicial. No primeiro procedimento criado, não foi detalhado a quantidade de pessoas para a execução, com isso, em alguns casos, o procedimento era executado por dois operadores. Foi identificado que quando o procedimento era executado por dois colaboradores, os mesmos repetiam algumas atividades, fazendo com que acontecesse um retrabalho. Dessa forma, foi inserido e exemplificado a necessidade de apenas um colaborador para execução. Também, uma segunda identificação para melhoria, foi na

quantidade de cerveja utilizada para drenar a cerveja na enchedora, a qual passou de três enchimentos para dois enchimentos.

- Garrafas com subenchimento: pela criação do Quadro 3, foi possível direcionar os operadores para a resolução de problemas rápidos na enchedora; para o *backlog* criado pelo Especialista, diariamente, foram inseridos planos de ação na linha para troca dos componentes, com o intuito de melhorar os resultados. Porém, um ponto perceptível nessa validação foi no desgaste das enchedoras, a qual quando era apresentada com um problema, alguns outros também eram desencadeados, uma vez que muitas peças se conectam. Assim, o *backlog* criado passou por muitas atividades feitas, mas, em contrapartida, foram adicionadas muitas outras atividades também com necessidade de execução.

A validação do projeto foi conduzida com base nos resultados diários obtidos pela companhia, assegurando que cada ação implementada estivesse efetivamente contribuindo para as metas estabelecidas. Houve a validação detalhada de cada plano de ação, e, também, dos valores do indicador. É importante ressaltar que, por se tratar de uma linha de produção antiga, a execução enfrentou desafios significativos, como falhas no sistema e problemas inesperados. Esses fatores dificultaram um retorno rápido dos resultados esperados, o qual exigiu uma análise mais aprofundada para os planos de ação. Esse processo de análise detalhada permitiu identificar os principais pontos críticos e, a partir disso, adaptar as estratégias para melhor atender às necessidades específicas da operação.

### 3.3.2 TESTE EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO MAIS NOVA E TECNOLÓGICA DA FÁBRICA

A Companhia a qual foi dirigida o estudo preza por soluções escaláveis e compartilhadas. Dessa forma, junto a implementação dos planos de ação na linha de produção, foi feita uma análise comparativa com outra linha de fábrica. A linha de produção escolhida, é uma linha com equipamentos com uso de aproximadamente quinze anos e, possui mais automatização e flexibilidade para mudanças. É necessário observar que cada processo e linha de produção possui suas particularidades, com isso, ao ser implementado os planos de ação, foram realizados ajustes para se adequar a nova linha. Após a implementação, a segunda



linha atingiu resultados rápidos na melhoria dos pontos atacados, o que confirmou a flexibilidade dos planos de ação.

### 3.4 CRIAÇÃO DE UM CICLO DE GESTÃO

Após a implementação dos planos de ação, foi elaborada uma estratégia para assegurar a continuidade e a sustentabilidade do projeto na linha de produção. O foco dessa estratégia foi garantir que o projeto pudesse ser mantido e executado mesmo diante de mudanças na gestão ou nas equipes operacionais. Foram criadas as seguintes estratégias:

- **Treinamento:** foi criado um treinamento para cada plano de ação e um documento desses treinamentos, para gestão do conhecimento.
- **Identificação de responsabilidades:** foi definido quem são os responsáveis por reportar cada número, criar cada plano de ação e executar as atividades.
- **Reuniões diárias de produtividade:** foi traçada a estratégia de diariamente ser estratificado todas as etapas realizadas no processo de envasamento do dia anterior, para ser mensurado quais trechos e processos foram identificadas as maiores perdas de cerveja. Assim, na reunião de produtividade, composta pela autora, Coordenador, supervisor(a) e técnicos, os mesmos poderiam direcionar qual o tratamento necessário para um determinado problema e verificar quais planos propostos já foram resolvidos. O acompanhamento passou a ser realizado por meio da criação de planos de atividade composto em um quadro e com identificação dos responsáveis pela execução e a data necessária para a entrega.

### 3.5 ANÁLISE CRÍTICA DA PESQUISA-AÇÃO

Durante a execução do estudo na linha de cerveja retornável de 600 ml, em diversas fases ocorreram problemas imediatos, isso fez com que fosse necessário adotar medidas corretivas para resolver essas situações. Um exemplo dessa afirmação, foi um imprevisto relacionado com as enchedoras de garrafa, em maio de 2024, a qual por uma mudança na

velocidade do equipamento, sucedeu-se a inundações na máquina. As inundações não apresentavam um padrão para ser investigado a causa e, por um período de tempo, apresentou uma certa recorrência de perdas de extrato. Por fim, com o auxílio de técnicos preventivos os equipamentos se estabilizaram. Pode-se observar que em algumas fases do estudo foi necessário trabalhar os grandes focos de forma mais lenta, para que fosse possível auxiliar em problemas pontuais. Essas medidas emergenciais foram necessárias para manter o fluxo de produção e evitar maiores prejuízos a curto prazo.

Outro ponto importante sobre a pesquisa-ação, foi a dificuldade para implementação de ideias práticas, tendo em vista que, como citado no capítulo 1.3, os colaboradores possuem uma alta carga de trabalho e muitas vezes não podiam participar de treinamentos e testes na linha de produção. Juntamente a isso, foi observado a dificuldade de implementação de mudanças de rotinas em uma linha de produção na qual grande parte de seus colaboradores possuem mais de dez anos de função e, a maioria deles, esteve inserido em gestões que prezavam outra determinada forma de comportamento. Vale ressaltar que ao longo dos anos a companhia mudou sua cultura para adequar às suas estratégias.

Ademais, um ponto positivo da execução foi a criação do ciclo de gestão, para garantir a durabilidade e a eficácia das melhorias introduzidas. Esse ciclo de gestão incluiu o monitoramento contínuo dos indicadores de desempenho, revisões periódicas dos processos e a adaptação das estratégias conforme novas necessidades.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

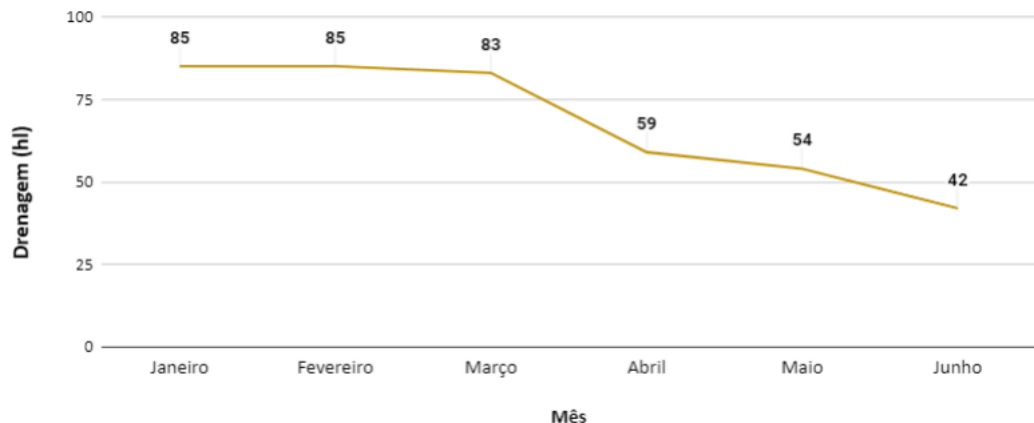
### **4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS**

Os resultados foram mensurados individualmente, por meio de uma análise comparativa entre o início e o final do estudo, dos dois principais problemas encontrados: procedimento de drenagem despadronizado e o alto índice de garrafas por subenchimento. Além disso, foram mensurados os valores do indicador total de perda de extrato de abril, maio e junho. Por conseguinte, foi realizada uma análise comparativa dos resultados da implementação do estudo para outra linha de cerveja retornável.

- Criação do procedimento padrão para partida de linha e setup: o cenário de consumo de volume antes da implementação do procedimento apresentava uma média de 75 hl

a 85 hl, com base em registros mensais de janeiro, fevereiro e março. Com a implementação do padrão, a partir de abril, o número seguiu uma tendência para redução, o qual baixou para uma média de 60 hl. A mudança não foi imediata pois a linha escolhida possui muitas de suas etapas feitas manualmente, assim, na implementação foi necessário um acompanhamento direto com os colaboradores, para serem treinados. No início muitos colaboradores não possuíam clareza de como deveria executar e não possuíam tempo para testes, o que fazia com que eles continuassem executando o processo como já conhecia. Nos meses de maio e junho, o indicador continuou seguindo sua tendência de redução e em junho o número adquiriu estabilidade, com valores relacionados à 35 hl e 45 hl. Indica o Gráfico 4 com os resultados:

Gráfico 4: Quantidade média de volume gasto em drenagem por mês - 2024.



Fonte: Elaboração própria (2024).

- Redução do índice de garrafas com subenchimento: desde o início de janeiro de 2024, a enchedora de garrafas passou por um extenso trabalho envolvendo estratégias para mitigar o subenchimento. Seus principais planos de ação foram relacionados à manutenção da linha. Um ponto identificado na implantação de soluções, foi o desencadeamento de problemas relacionados ao equipamento. Por exemplo, realizam-se atividades de manutenção semanais voltadas para a melhoria do índice, porém após os planos realizados na máquina, a mesma apresentava outros defeitos emergentes, o que sucedia a continuar o subenchimento. Pelo Quadro 4, foi traçado a

média por mês que a linha estava perdendo em volume pelo problema apresentado, pelo Quadro 4 pode-se notar a dificuldade na redução do índice:

Quadro 4: Quantidade média de volume gasto por garrafas mal cheias por mês - 2024.

<b>Mês</b>	<b>Quantidade média de sub-enchimento (hl)</b>
Março	43,2
Abril	46,5
Maior	50,0
Junho	24,4

Fonte: Elaboração própria (2024).

Pode-se obter a melhoria do indicador no mês de Junho, a qual apresentou dados estáveis durante o mês. A redução trouxe benefícios para os envolvidos, uma vez que contribuiu para a fluidez da linha de produção, diminuição do retrabalho e desperdício, consequentemente, também colaborou para a maior entrega de produtos conformes.

- Resultado geral do indicador: como apresentado no Capítulo 3.1.3, a média do Índice de Perda de Extrato nos meses de janeiro, fevereiro e março foi de 3,28%. Em abril, houve uma redução de aproximadamente 25% do indicador, o índice mensal foi de 2,42%. No entanto, nos meses de maio e junho, o indicador subiu cerca de 40% em relação à média de 3,28%, devido a problemas pontuais na linha de produção. Após a correção desses problemas, a partir da segunda quinzena de junho, o índice voltou a cair, alcançando, na maioria dos dias, a meta de 2,5%.
- Análise comparativa entre outra linha de produção: para a comparação, foi realizada as implementações dos mesmos planos criados para outra linha de produção, também de cerveja retornável, a qual possui equipamentos e layout semelhantes. Na análise, para as duas implementações na linha nova, foi identificado a rapidez para estabilidade das mudanças, isso aconteceu pela linha apresentar mais automatização e menor necessidade de manutenções emergentes. A análise comparativa foi fundamental para verificar a flexibilidade dos planos de ação desenvolvidos, garantindo sua

aplicabilidade a outras linhas de produção. Além disso, essa abordagem permitiu identificar as particularidades em que cada linha e equipe oferecem.

## 4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a partida de linha, o plano de ação criado foi o mais conciso, uma vez que foi adicionado ao sistema de gestão da companhia, foi aplicado em outra linha a qual também obteve resultados significativos, e foi o plano em que mais proporcionou aos colaboradores o sentimento de responsabilidade e reconhecimento. Como ponto negativo, vale destacar que como o processo é executado manualmente, cada turno e operador possui o seu número, além disso, pela estrutura da linha de produção, no processo pode ocorrer eventos inesperados.

Para reduzir o problema de subenchimento, identificou-se a necessidade de implementar planos de ação diários direcionados às enchedoras, considerando que esses equipamentos apresentam falhas emergentes com frequência. Assim, o monitoramento constante realizado pelo Especialista de Enchedora é essencial para garantir a continuidade dos resultados. Os resultados obtidos foram satisfatórios diante do planejamento, porém é de extrema importância entender que a linha de envase estudada se refere a uma linha antiga, que possui desgaste e problemas para produção. Dessa forma, não foi possível comprovar que as ações de melhoria implementadas são suficientes para assegurar a sustentabilidade do processo a longo prazo, tendo em vista que a variabilidade das falhas podem exigir ajustes contínuos.

Como proposto no capítulo 1.1, o estudo relacionou às ações executadas, juntamente com os pilares estratégicos da companhia: gestão, manutenção e custo. Para o pilar gestão, foi contribuído na implementação do procedimento padrão e pela criação da discussão do tema em uma rotina diária da equipe, a qual é proposto métodos para avaliar o indicador e direcionado atividades para cada responsável.

Quanto à manutenção, na execução da pesquisa-ação, foi realizado um extenso planejamento para mudanças do equipamento da enchedora e, além disso, criado uma gestão do conhecimento sobre todas as peças que compõem as Enchedoras, quais são seus componentes, funcionalidade e influência. Dessa forma, foi possível criar a gestão do conhecimento e adicioná-las em rotinas de planejamento de manutenção, para auxiliar nas tomadas de decisões.

Para o pilar custo, pôde-se concluir que as implementações realizadas não garantem a continuidade da evolução do indicador, uma vez que o indicador estudado possui relação direta com outras atividades da linha, principalmente com a meta de produtividade diária. Isso pode ser concluído, uma vez que o cálculo para a perda de extrato envolve a subtração da quantidade de produto líquido entregue pela fábrica, como demonstrado na Equação (2), assim, ao atingir a meta diária que a linha possui, o valor da perda de extrato dilui em uma maior quantidade de produtos conformes, enquanto que, quando há uma baixa produtividade da linha, o volume perdido é mais evidente. Outro ponto para essa confirmação, foi a quantidade reduzida de volume entregue pela linha de produção nos meses de maio, o que gerou um aumento ainda maior do Índice de Perda de Extrato.

Ademais, a revisão de literatura permitiu uma compreensão mais aprofundada do setor de bebidas, ampliando significativamente a capacidade de análise crítica sobre a linha de produção de envase e suas particularidades. Esse embasamento teórico foi crucial para o planejamento estratégico do Ciclo PDCA, possibilitando uma aplicação mais precisa e alinhada às exigências operacionais. Contudo, ao longo da execução da metodologia PDCA, foram necessárias adaptações e ajustes que não estavam previstos inicialmente, o que destacou a importância da flexibilidade para o êxito da pesquisa.

## 5. CONCLUSÃO

O estudo apresentou resultados significativos ao otimizar os dois principais problemas relacionados ao indicador. Com a implementação, foi possível promover a gestão do conhecimento entre os colaboradores, aumentar a capacidade da equipe em identificar e mitigar desperdícios na linha e aumentar o engajamento. O estudo possibilitou a reorganização de rotinas operacionais, incluindo a implementação de planos de manutenção mais eficazes e a definição de procedimentos essenciais para a operação diária, contribuindo para a eliminação de desperdícios e a sustentabilidade do processo.

A análise comparativa confirmou que os planos de ação desenvolvidos apresentam potencial de sustentabilidade e podem ser aplicados em outras linhas de produção, desde que sejam devidamente ajustados às especificidades de cada processo produtivo e equipe. Essa adaptabilidade permite que as melhorias implementadas sejam replicáveis em diferentes cenários, promovendo a padronização e a eficiência em outras operações.

Com base na pesquisa, foi compreendido que há a necessidade da linha de produção promover a melhoria de outros indicadores para influenciar no Índice de Perda de Extrato. Assim, torna-se essencial relacionar os estudos sobre a perda de extrato com a produtividade da linha, uma vez que este indicador possui relação direta com o indicador. Dessa forma, recomenda-se para estudos futuros uma análise mais ampla que inclua produtividade e manutenção da linha, visando construir resultados mais sólidos e constantes.

## 6. REFERÊNCIAS

A EVOLUÇÃO das embalagens de cerveja: barril, vidro, lata, plástico e papel. Papel? 2021. Disponível em: <https://cervejaemalte.com.br/blog/embalagens-de-cerveja/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

AGUIAR, Silvio. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

A **HISTÓRIA das embalagens: Como e porque surgiram**. 2020. Disponível em: <https://www.abre.org.br/inovacao/embalagem/a-historia-das-embalagens-como-e-porque-surgiram/>. Acesso em: 6 jul. 2024.

ALVES, Lucas Vitorino; SILVA, Vinicius de Lima; CARDOSO, Rodrigo; LUCAS, Ruan Eduardo Carneiro; RIQUE JUNIOR, Jose Flavio. **GESTÃO DE CUSTOS PARA TOMADA DE DECISÃO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PANIFICADORA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA - PB**. 2015. 14 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Enegep, Fortaleza, 2015. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_208\\_234\\_27979.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_208_234_27979.pdf). Acesso em: 29 set. 2023.

ANDRADE, Fábio Felipe de. **O método de melhorias PDCA**. 2003. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, USP, São Paulo, 2003. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-04092003-150859/publico/dissertacao\\_FABI\\_OFA.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-04092003-150859/publico/dissertacao_FABI_OFA.pdf). Acesso em: 25 nov. 2023.

Baptista, B. R. (2002). **Manutenção Industrial: Conceitos, Métodos e Procedimentos**. Editora Senac.

BORNIA., AND ANTONIO CEZAR. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**, 3ª edição. Atlas, 2010. VitalBook file.

CAMPOS, V. F.. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Minas Gerais; INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 1999.



CERVIERI JÚNIOR, Osmar; TEIXEIRA JÚNIOR, Job Rodrigues; GALINARI, Rangel; RAWET, Eduardo Lederman; SILVEIRA, Carlos Takashi Jardim da. **O setor de bebidas no Brasil**. Disponível em:

[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14256/2/Panoramas%20Setoriais%202030%20-%20Bebidas\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14256/2/Panoramas%20Setoriais%202030%20-%20Bebidas_P.pdf). Acesso em: 5 nov. 2023.

CHENG, L. C.; MELO FILHO, L.D.R. QFD - **Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Blücher, 2007.

CHIQUETTI, Tiago Françoso. **Análise de falhas em rolamentos de uma linha de envase de cerveja**. 2015. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Materiais, Usp, Lorena, 2015. Disponível em:

<https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2015/MEM15028.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2023.

COLETTI, Gabriel Furlan. **Mercado de bebidas no Brasil e no mundo**. São Paulo: Editora Senac, 2022. 193 p. Disponível em:

[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=TOBeEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=setor+de+bebidas+no+brasil+&ots=VZuqDhgJYY&sig=XA3ali4\\_3ycYzdI0KoBNyb7hW6o#v=onepage&q=setor%20de%20bebidas%20no%20brasil&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=TOBeEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=setor+de+bebidas+no+brasil+&ots=VZuqDhgJYY&sig=XA3ali4_3ycYzdI0KoBNyb7hW6o#v=onepage&q=setor%20de%20bebidas%20no%20brasil&f=false). Acesso em: 15 out. 2023.

DELMÉE, Gérard J.. **Manual de medição de vazão**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2003. 128 p. Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=qdW0DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=vaz%C3%A3o+tubo&ots=16sUH95V6K&sig=HAeH9LQkkIppYxfuQR6bW24nrFE#v=onepage&q=vaz%C3%A3o%20tubo&f=false>. Acesso em: 8 nov. 2023.

ENGEL, Guido Irineu. **Pesquisa-ação**. 2000. 14 f. Monografia (Especialização) - Curso de Humanas, Ufpr, Curitiba, 2000. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/er/a/dDzflYyDpPZ3kM9xNSqG3cw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 set. 2023.

**EQUIPAMENTO Enchedora.** Disponível em:

<https://www.addens.com.br/inversores-de-frequencia/aneis-coletores/anel-coletor-rotativo-para-ensavadora/empresa-de-anel-coletor-rotativo-para-ensavadora-candido-mota>. Acesso em: 05 nov. 2023.

FARAHANI, Ameneh. **Otimização integrada da qualidade e manutenção: Uma revisão de literatura.** 2021. 6 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Industrial, Uiar, /, 2021.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835220306082>. Acesso em: 14 ago. 2024.

FIGUEIREDO, Suelância Cristina Gonzaga de; SANTOS, Cibelly Arianda Matos dos; RIBAS, Luciane Farias (org.). **Engenharia de Produção: inovação na indústria 4.0.** Belo Horizonte: Poisson, 2020. 72 p. Disponível em:

[https://pesquisa.fametro.edu.br/wp-content/uploads/2023/03/Producao\\_Inovacao.pdf#page=8](https://pesquisa.fametro.edu.br/wp-content/uploads/2023/03/Producao_Inovacao.pdf#page=8). Acesso em: 5 nov. 2023.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. Troca Rápida de Ferramentas: **Proposta Metodológica e Estudo de Caso.** Gestão & Produção. v.10, n.2, p.163-181, ago. 2003.

INÁCIO, Laíres Cristina dos Reis et al. **Ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, estratificação, fluxograma, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz GUT e 5W2H.** 2023. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Uemg, Passos, 2023. Disponível em:

<https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2890/1716>. Acesso em: 25 ago. 2024.

LEMOS, Fernando de Oliveira; FOGLIATTO, Flávio Sanson. **Implantação de layout tipo “U” na linha de produção de uma empresa de pequeno porte.** 2003. 8 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Ufrgs, Ouro Preto, 2003. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2003\\_tr0105\\_1776.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0105_1776.pdf). Acesso em: 15 out. 2023.

LENZI, F. C.; KIESEL, M. D.; ZUCCO, F. D. **Ação empreendedora: como desenvolver e administrar o seu negócio com excelência.** São Paulo: Gente, 2010.

MAIA, Ana Sofia Pico et al. **Pasteurização**. 2012. 84 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Instituto Politécnico de Tomar, Tomar, 2012. Disponível em: [https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5844/1/2012-11-12%20Ana\\_TFM\\_final..pdf](https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5844/1/2012-11-12%20Ana_TFM_final..pdf). Acesso em: 29 ago. 2024.

MARINHO, Bárbara. **O papel do setup na máquina na otimização da produção**. 2024. Disponível em: <https://www.sensio.com.br/blog/setup-da-maquina-na-otimizacao-da-producao#:~:text=Tipos%20de%20Setup%20e%20suas,diferentes%20dependendo%20do%20contexto%20industrial>. Acesso em: 8 jul. 2024.

MELLO NETO, Francisco de Castro; PERES, Mayara Lima; CARDOSO, Idelcio Alexandre Palheta. **A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PARA O NEGÓCIO**. 2011. 12 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Ufam, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_tn\\_sto\\_135\\_859\\_18427.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_859_18427.pdf). Acesso em: 5 jul. 2024.

**O EMBARRILAMENTO de chopp**. 2011. Disponível em: <https://kremercervejaria.com.br/blog/o-embarrilamento-de-chopp/#:~:text=Os%20barris%20d e%20chopp%20podem,eram%20freq%C3%BCentemente%20embreados%20e%20aferidos>. Acesso em: 12 ago. 2024.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Bookman, 1997.

PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva – Técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 18ª Edição. São Paulo-SP: Campus, 2005.

QUINQUIOLO, José Manoel. **AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO PARA MELHORIAS IMPLANTADO NA ÁREA DE CARROCERIA DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO AUTOMOTIVA**. 2002. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração de Empresas, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2002. Disponível em: <https://silo.tips/download/avaliaao-da-eficacia-de-um-sistema-de-gerenciamento-para-melhorias-implantado-na>. Acesso em: 25 nov. 2023.

**Relatório sobre a indústria de bebidas alcoólicas no Brasil 2017.** 2021. Disponível em: <https://www.statista.com/study/46550/report-on-the-alcoholic-beverage-industry-in-brazil-2017/>. Acesso em: 06 nov. 2024.

REVOLUÇÃO Industrial: o que foi, resumo, fases. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/revolucao-industrial.htm>. Acesso em: 1 nov. 2023.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produto: uma referência para a melhoria do processo.** 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

**SALES volume of Ambev in Brazil from 2016 to 2022(in million hectoliters).** 2023. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/761603/ambev-sales-volume-brazil/>. Acesso em: 29 set. 2023.

SERRANO, Jéssica Letícia Thomas Nunes; Silvia; BELUSSO, Marcel; PAULA, Ronise de. **MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO POR MEIO DE OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO DE ENVASE.** 2018. 18 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Uceff, Sc, 2018. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engprod/article/view/202/193>. Acesso em: 15 out. 2023.

SILEVIRA, Leonardo; LIMA, Weldson Q.. **Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial.** 2003. 3 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Ufrn-Ppgee, Lagoa Nova, 2003. Disponível em: [https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1\\_13.pdf](https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_13.pdf). Acesso em: 12 ago. 2024.

SILVA, Douglas Souza da; SOUZA, Ricardo Santos de; ROSA, Everton; PACHECO, Diego Augusto de Jesus. **Análise do impacto da automação da movimentação interna na produtividade industrial.** 2014. 14 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração de Empresas, Faculdade Cesuca, Cachoeirinha, 2014. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a14v35n04/14350418.html>. Acesso em: 5 jul. 2024.

SLACK, N. Brandon-Jones, A. Burgess, N. **Administração da Produção.** 10. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TESSARINI JUNIOR, Geraldo. **IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**. 2018.

Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2967/1678>. Acesso em: 5 nov. 2023.

VIANA, Fernando Luiz E.. **Indústria de Bebidas Alcoólicas**. 2023. 11 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Etene/Bnb, Fortaleza, 2023. Disponível em: [https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1738/1/2023\\_CDS\\_273.pdf](https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1738/1/2023_CDS_273.pdf). Acesso em: 3 out. 2023.

## ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ENGENHARIA

### Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, audiovisual ou qualquer outro meio.

Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.

Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral<sup>1</sup> e criminais previstas no Código Penal<sup>2</sup>, além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 27 de setembro de 2024.

Christiane Perpétuo Magalhães

\_\_\_\_\_  
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)

201849084

\_\_\_\_\_  
Matrícula

*Christiane P. Magalhães*

\_\_\_\_\_  
ASSINATURA

09952114699

\_\_\_\_\_  
CPF

<sup>1</sup> LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

<sup>2</sup> Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.