

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**DIEGO CARVALHO CARNEIRO**

**REDUÇÃO DE PERDA DE EXTRATO DE UMA LINHA DE  
ENVASAMENTO DE LATAS ATRAVÉS DA METODOLOGIA  
KAIZEN**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2021**

**DIEGO CARVALHO CARNEIRO**

**REDUÇÃO DE PERDA DE EXTRATO DE UMA LINHA DE  
ENVASAMENTO DE LATAS ATRAVÉS DA METODOLOGIA  
KAIZEN**

**REDUCTION OF EXTRACT LOSS OF A CAN BOTTLING LINE  
THROUGH THE KAIZEN METHODOLOGY**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Ma. Ana Maria Bueno

**PONTA GROSSA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **REDUÇÃO DE PERDA DE EXTRATO DE UMA LINHA DE ENVASAMENTO DE LATAS ATRAVÉS DA METODOLOGIA KAIZEN**

por

**DIEGO CARVALHO CARNEIRO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 8 de novembro de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Profa. Ma. Ana Maria Bueno**  
Orientadora

---

**Prof. Dr. Gilberto Zammar**  
Membro Titular

---

**Profa. Dra. Eliane Fernandes Pietrovski**  
Membro Titular

---

**Prof. Dr. Marcos Eduardo Soares**  
Responsável pelos TCC

---

**Prof. Dr. Roger Navarro Verastegui**  
Coordenador do Curso

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha mãe Evanir, e a minha avó Narcisa por tudo o que fizeram por mim até hoje. Pela educação que me proporcionaram, pelo exemplo dado, e pelo apoio incondicional na busca da realização dos meus sonhos.

Aos meus amigos Lucas, Whendyson e Vinicius, os quais definitivamente posso chamar de irmãos. Muito obrigado por compartilharem os melhores e piores momentos da minha vida. Vocês com toda certeza fizeram e ainda fazem a diferença no meu desenvolvimento profissional e pessoal.

A grande família XV de outubro a qual sem sombra de dúvidas foi o grupo mais importante para mim durante o período da faculdade. A atlética me proporcionou um desenvolvimento social, o qual mudou a minha vida. Dentro desse parágrafo quero ainda fazer um agradecimento especial a uma pessoa muito importante, a qual tornou isso possível e que durante esses anos teve influência direta no desenvolvimento pessoal. Muito obrigado Maria.

Aos grandes amigos Bruno e Edson, os quais foram os meus principais mentores e instrutores no desenvolvimento desse projeto. Muito obrigado pelos conhecimentos compartilhados, pelos conselhos dados e pela oportunidade de trabalhar ao lado de vocês.

E por fim, agradecer a todas as instituições de ensino, e a todos os professores os quais dedicaram um dia o seu tempo para me desenvolver. Vocês fazem a diferença diariamente na vida de muitas pessoas.

## RESUMO

No Brasil ano após ano as indústrias cervejeiras vem se expandindo devido ao aumento da demanda dos seus produtos. Com isso, esse ramo de indústria vem buscando formas de tornar os seus processos cada vez mais eficientes. A busca pela redução de perdas, e aumento de produtividade já se tornou algo inerente do processo. Para tal, muitas dessas grandes empresas passaram a adotar a metodologia TPM (*Total Productive Management*) como o caminho a ser seguido para o seu desenvolvimento. Essa metodologia traz consigo inúmeras ferramentas de melhoria, como Análises de Pareto, LPP, RCFA, Times Kaizen, etc. O presente trabalho teve como foco a redução da perda de extrato em uma linha de latas, através da utilização da metodologia TPM. Para a realização desse trabalho, realizou-se a abertura de um time Kaizen. Obtiveram-se como principais resultados a redução de perda de extrato na área de envasamento em 18%, assim como a criação e revisão de procedimentos operacionais, criação de uma área para revisão de válvulas, e estabelecimento de uma nova rotina de revisão de válvulas.

**Palavras chave:** Perda de extrato, Cerveja, TPM, Kaizen.

## **ABSTRACT**

In Brazil year after year brewing industries have been expanding due to the increase of the demand for its products. With that, this niche of industry have been looking for ways to make its processes more and more efficient. The quest to reduce losses and increase productivity has become something inherent to the process. To reach this goal, many of these large companies have adopted the TPM (Total Productive Management) methodology as the path to be followed for their development. This methodology brings improvement tools, such as Pareto Analysis, LPP, RCFA, Kaizén teams, etc. The present work focused on reducing the extract losses in a packaging area through the TPM methodology. To carry out this work, a Kaizen team was set. The main results were the reduction in the extract losses of the line in 18%, as well as the creation and review of operational procedures, the creation of an area for valve review, and the establishment of a new valve review routine.

**Keywords:** Extract losses, Beer, TPM, Kaizen.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Estrutura do TPM .....	16
<b>Figura 2</b> - Os Pilares do TPM .....	17
<b>Figura 3</b> - Significado do Kaizen. ....	222
<b>Figura 4</b> - Ciclo PDCA.....	233
<b>Figura 5</b> - Kaizen e PDCA, Melhoria contínua. ....	24
<b>Figura 6</b> - Passo a passo do Kaizen. ....	25
<b>Figura 7</b> - Fluxograma da linha de envase de latas. ....	288
<b>Figura 8</b> - Perda de extrato na área de envasamento entre maio e junho de 2019. ....	333
<b>Figura 9</b> - Perda de extrato da linha de garrafas. ....	344
<b>Figura 10</b> - Perda de extrato da linha de latas.....	35
<b>Figura 11</b> - Perda de extrato da linha de chope.....	355
<b>Figura 12</b> - Percentual de volume produzido por linha de produção no envase .....	366
<b>Figura 13</b> – Impacto de perda de extrato da área por linha. ....	37
<b>Figura 14</b> - Perda de cerveja por modo .....	40
<b>Figura 15</b> - Histograma representando o volume de enchimento das latas antes do trabalho.....	421
<b>Figura 16</b> - Análise dos 5 porquês. ....	433
<b>Figura 17</b> - Plano de ação para a mitigação das causas raízes. ....	455
<b>Figura 18</b> - Histograma demonstrando o comportamento dos enchimentos após o trabalho.....	487
<b>Figura 19</b> - Resultados dos volumes médios das latas no último mês ....	498
<b>Figura 20</b> - Resultado de perda de extrato da L05 após a realização do trabalho. ....	509

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 PROBLEMA .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA .....	12
1.3 OBJETIVOS .....	13
1.3.1 Objetivo Geral.....	13
1.3.2 Objetivos Específicos .....	13
1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
2.1 METODOLOGIA TPM: O HISTÓRICO .....	15
2.2 ESTRUTURA .....	16
2.3 BASE 5S .....	17
2.4 PILARES .....	18
2.5 OBJETIVOS DO TPM.....	21
2.6 KAIZEN .....	21
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	25
3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	25
3.2 ROTEIRO DE DESENVOLVIMENTO DO KAIZEN .....	26
3.2.1 Identificação da perda <i>Deployment</i> .....	26
3.2.2 Descrição do problema e estabelecimento de meta.....	26
3.2.3 Entendimento e Restauração das condições básicas. ....	26
3.2.4 Análise da causa Raiz .....	27
3.2.5 Contramedidas .....	27

3.2.6	Padronização & Expansão .....	27
3.3	A EMPRESA .....	27
3.4	LINHA DE ENVASE .....	28
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>32</b>
4.1	DESENVOLVIMENTO DO KAIZEN .....	32
4.2	IDENTIFICAÇÃO DA PERDA <i>DEPLOYMENT</i> .....	32
4.2.1	Quantificação da perda na área do envase: .....	32
4.2.2	Desdobramento da perda por linha de produção: .....	33
4.2.3	Desdobramento da perda em modos .....	37
4.3	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA .....	41
4.4	ENTENDIMENTO E RESTAURAÇÃO DAS CONDIÇÕES BÁSICAS ..	42
4.5	ANÁLISE DA CAUSA RAÍZ .....	43
4.6	CONTRAMEDIDAS & <i>FOLLOW UP</i> DOS RESULTADOS .....	45
4.7	PADRONIZAÇÃO & EXPANSÃO .....	46
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>48</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O setor cervejeiro ano após ano tem se demonstrado cada vez mais importante para a economia brasileira. Sozinho, ele foi responsável por 2% do PIB nacional, contribuindo com mais de 30 bilhões de reais em impostos em 2019. Além disso, novos postos de trabalho são constantemente criados, totalizando mais de 2,7 milhões de empregos diretos e indiretos (SINDICERV, 2019).

O setor cervejeiro atende a 99% dos lares brasileiros, sendo dessa forma um dos setores alimentícios mais importantes do nosso país (CERVBRASIL, 2018).

Um dos maiores desafios enfrentados pela indústria cervejeira no Brasil é a alta carga tributária imposta sobre a mesma. O impacto sobre o preço final do produto pode chegar a 56%.

Devido a maior parte da produção nacional ser destinada ao consumo interno, o cenário macroeconômico nacional e as oscilações do poder aquisitivo da população têm impacto direto no desempenho das vendas das cervejarias brasileiras (SINDICERV, 2020).

Este cenário faz com que as indústrias cervejeiras passem a procurar cada vez mais otimizar a sua produção buscando aprimorar seus modelos produtivos, reduzindo desperdícios e aumentando produtividade.

A fabricação de cerveja é um processo produtivo muito maduro, e tem suas etapas de produção bem definidas. Com isso, o aumento de produtividade acaba sendo normalmente encontrado através da melhoria da qualidade dos produtos e redução de perdas já existentes nas cervejarias (COSTA, 2014).

Para alcançar este objetivo, muitas cervejarias vêm implementando a metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*) como forma de desenvolver as suas áreas de trabalho.

O TPM é uma técnica que vem se disseminando entre as empresas brasileiras desde a década de noventa, e tem representado uma ferramenta na busca de patamares de excelência e competitividade (COSTA, 2014).

Segundo Nakajima (1989), o TPM tem como objetivo melhorar a eficiência dos equipamentos através da redução do número de quebras, melhor utilização da disponibilidade de equipamentos, e a busca pela redução de perdas em todas as fases dos processos produtivos.

## 1.1 PROBLEMA

O problema abordado por esse projeto consiste na existência de uma alta perda de extrato na área de envase de uma cervejaria. A clara inexistência de uma governança sobre essa perda nos leva a entender como necessário um estudo de caso, e a realização de implementações de melhorias para alavancar o resultado desse indicador.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A perda de extrato é um dos indicadores mais importantes para uma cervejaria. Além do grande impacto financeiro causado devido ao desperdício de matérias primas, tempo e energia, o mesmo ainda possui grande impacto na produtividade de uma linha de envasamento. Gerenciar a perda de extrato, e possivelmente melhorar o seu resultado, impacta diretamente nos resultados de outros indicadores, sendo, portanto, um valor chave para o processo.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo desse projeto é de reduzir a perda de extrato dentro da área de envasamento de uma cervejaria através da metodologia Kaizen.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Esse trabalho tem como objetivos específicos:

- i. Identificar o local de maior impacto na perda de extrato da área do envase;
- ii. Desenvolver um trabalho utilizando a metodologia Kaizen para redução dessa perda;
- iii. Melhorar o resultado da perda;
- iv. Implementar medidas que passem a sustentar o resultado.

## 1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimitou-se a coletar informações para determinar a perda de extrato em uma linha de latas, realizar a aplicação de ferramentas da metodologia do TPM, buscar a redução da perda, assim como aplicar contramedidas as quais mantenham o resultado obtido.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho se divide em seis capítulos.

O primeiro traz a introdução e contextualização do tema a ser abordado, assim como a explicação do problema, justificativa, objetivos gerais e específicos, a delimitação do tema e estruturação do trabalho.

O segundo, apresenta a revisão bibliográfica do trabalho. Abordando os temas: histórico da metodologia TPM, sua estrutura, pilares, objetivos e a ferramenta Kaizen.

O terceiro explica a metodologia utilizada pela pesquisa, sendo dividido em metodologia da pesquisa, a empresa, a linha de envase e o roteiro de desenvolvimento do trabalho.

O quarto capítulo é o desenvolvimento do trabalho, o qual explica os passos dados e condições encontradas durante o desenvolvimento do trabalho.

O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos.

O sexto capítulo apresenta as conclusões obtidas através da realização do trabalho, assim como as tratativas implementadas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 METODOLOGIA TPM: O HISTÓRICO

Em 1945, logo após o fim da segunda guerra mundial o Japão encontrava-se arrasado devido a derrota na guerra e pelos danos causados pela explosão da primeira bomba atômica lançada pelos EUA. Devido a esse cenário, os japoneses passaram a buscar novas formas de otimizar a sua forma de sobreviver, procurando desenvolver métodos que reduzissem custos e aumentassem produtividade. Empresários japoneses apoiados por professores norte-americanos como Edward Deming e Joseph Juran iniciaram uma forte mobilização para a conscientização da população japonesa sobre a importância desses fatores para a sobrevivência nesse cenário pós-guerra (CARIJO E LIMA, 2008).

Segundo Nakajima (1989), no Japão o TPM é uma evolução da manutenção preventiva PM, a qual surgiu nos EUA. Estes dois países começaram a desenvolver juntos este tema na década de 50, mas apenas na década de 70 é que essa metodologia se cristalizou na forma que é hoje, o TPM.

Segundo JIPM (*Japan Institute Plant Of Maintenance*), o TPM foi implementado pela primeira vez em 1971, quando a empresa Nippondenso, uma empresa fornecedora de partes elétricas para a Toyota, alcançou resultados espetaculares e recebeu o prêmio PM de Excelência Empresarial. Este seria o início do TPM no Japão.

De acordo com Suzuki (1992), o TPM cresceu rapidamente nas indústrias de montagem, como as da área automobilística, de aparelhos eletrodomésticos, fabricantes de semicondutores e componentes eletrônicos. Segundo o mesmo autor, o TPM traz consigo além da melhora nos resultados, uma evolução do ambiente fabril.

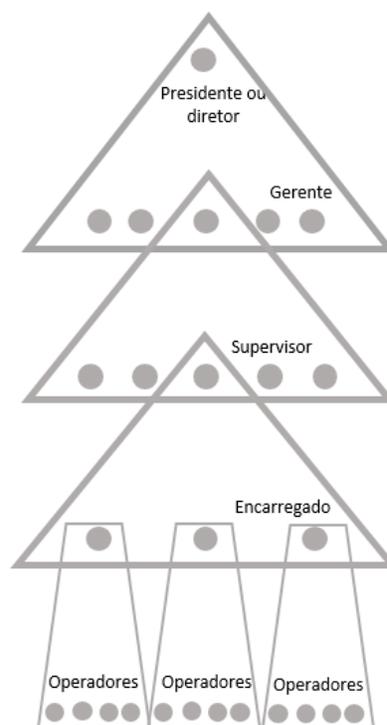
Após alguns anos de desenvolvimento da metodologia, em 1986 o Brasil recebeu a visita do Prof. Seiichi Nakajima, o qual realizou palestras relacionadas ao TPM. Esta visita se tornou o marco do início do TPM no Brasil (COSTA, 2014).

Segundo Ribeiro (2004), muitas empresas brasileiras já possuem o sistema de gestão consolidado e inclusive algumas já receberam reconhecimentos pelo prêmio JIMP. Algumas delas são: Yamaha, GM, Alcoa, Pirelli Cabos, Pirelli Pneus, Andréas Stihl, Alumar, Texaco do Brasil, Copene, Ford, Azaléia, Marcopolo, Multibras, Editora Abril, Votorantin Celulose e Papel, Eletronorte, Gessy Lever, Tilibra, e Ambev.

## 2.2 ESTRUTURA

Segundo Costa (2014), o TPM segue a estratégia de formação de pequenos grupos, o qual necessariamente devem obter pelo menos dois níveis hierárquicos, onde o maior número de membros deve pertencer a classe inferior como pode-se observar na Figura 1.

**Figura 1** - Estrutura do TPM seguindo a estratégia de pequenos grupos

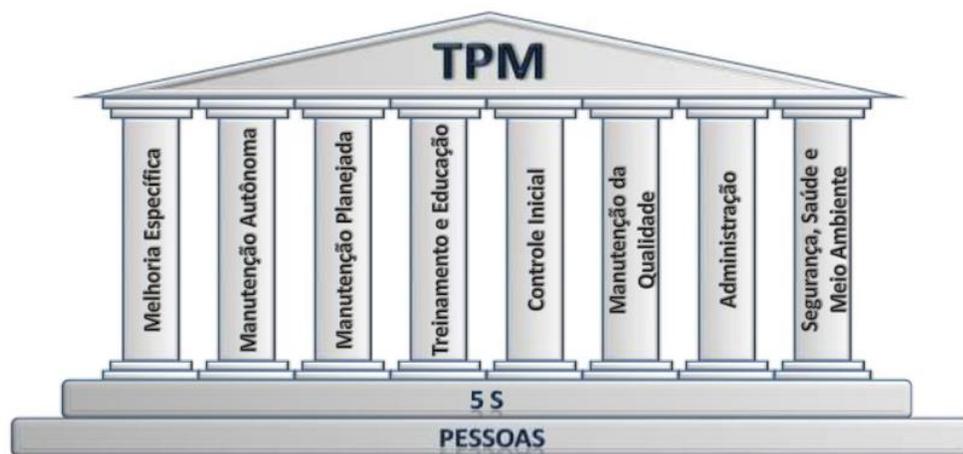


Fonte: Autor

Uma vez definidos estes grupos, os mesmos devem fazer parte de um dos oito pilares do TPM, tendo suas funções claramente definidas.

O TPM se estrutura através de 8 frentes de gestão comumente chamados de pilares. Estes pilares necessitam de um apoio sólido de pessoas e da metodologia 5S, os quais são considerados a “base” da estrutura do TPM como pode se observar na Figura 2:

**Figura 2 - Os Pilares do TPM**



Fonte: PINTO, 2017.

O primeiro passo em busca da implantação da metodologia TPM, é a estruturação da sua base, ou seja, da metodologia 5S.

### 2.3 BASE 5S

A metodologia do 5S é uma metodologia japonesa criada por Kaoru Ishikawa a qual se baseia em 5 sentidos, os quais devem ser implantados de forma ordenada.

1ºS - Senso de Utilização (*Seiri*) – Separar o que é útil do que não é útil no local de trabalho;

2ºS - Senso de Organização (*Seiton*) – Organizar os itens úteis, e ordenar os itens de consumo, para que os mesmos respeitem a regra do FIFO “*First in first out*” ou seja, o primeiro produto a entrar deve ser o primeiro a ser consumido;

3ºS – Senso de Limpeza (*Seisou*) – Manter o local de trabalho limpo e erradicar fontes de sujeira);

4ºS - Senso de Padronização (*Seiketsu*) – Deve-se padronizar rotinas, a fim de realizar as atividades de forma seguras rápidas e saudáveis;

5ºS – Senso de Disciplina (*Shitsuke*) – Deve-se garantir que os padrões implementados sejam aplicados.

Deve-se realizar a utilização do 5S em todas as áreas da unidade fabril.

## 2.4 PILARES

### Pilar 1: Melhorias Específicas

O pilar de melhorias específicas visa executar atividades/projetos relacionados as perdas crônicas dos equipamentos com objetivo de reduzir o número de quebras, ou aumentar a eficiência global de equipamentos, considerando disponibilidade, eficiência e qualidade (COUTINHO, 2019).

### Pilar 2: Manutenção Autônoma

Este pilar tem como objetivo transferir a responsabilidade de rotinas como limpeza, organização inspeção e lubrificação de equipamentos para os operadores de equipamentos

Essa mudança traz consigo fatores importantes, como: aumento do conhecimento do operador sobre o seu equipamento, aumento da facilidade e

velocidade na identificação de anomalias, aumento do senso de dono do operador modificando a antiga ideia de “eu opero”, “você conserta”, e por fim, proporcionar ao técnico de manutenção mais tempo para se dedicar a tarefas de maior complexidade (COUTINHO, 2019).

### Pilar 3: Manutenção Planejada

Baseado nas taxas de falhas, este pilar visa diminuir o percentual de manutenções corretivas. Busca-se realizar trabalhos de manutenção preventiva e preditiva de maneira planejada, aproveitando-se de momentos em que os equipamentos não estejam sendo utilizados. Diminui-se assim a taxa de quebras durante a produção, e conseqüentemente aumenta-se a produtividade.

Este pilar é responsável por alterar os planos de manutenção preventiva e preditiva, e otimizar o estoque de peças de acordo com as frequências de quebra e taxas de desgastes dos equipamentos (PINTO, 2017).

### Pilar 4: Educação e Treinamentos

Este pilar visa sanar os gaps de conhecimento principalmente da operação e manutenção através de treinamentos.

Os operadores e mantenedores necessitam ser capacitados e reciclados para desenvolverem habilidades rotineiras a respeito de equipamentos e metodologias. A capacitação é crucial para que os mesmos executem as atividades de maneira segura, assertiva, e sem medo de cometerem erros (PINTO, 2017).

### Pilar 5: Manutenção da Qualidade

O pilar de qualidade objetiva prevenir e identificar defeitos de qualidade da produção. Utiliza-se de ferramentas como RCFA e análises dos 5 porquês para

identificar possíveis causas raízes destes defeitos, e implementa projetos de melhoria que reduzam a quantidade de defeitos.

Este pilar ajuda muito na redução de custos, uma vez que identifica problemas de qualidade no início do processo produtivo. Diminui-se assim a taxa de desperdícios (COUTINHO, 2019).

#### Pilar 6: Controle inicial

Este pilar é voltado para a elaboração de projetos de inserção de novas linhas de produção ou equipamentos adquiridos a partir de uma necessidade identificada.

Este pilar é o responsável por analisar a nova aquisição do ponto de vista do TPM, visando zero defeito, zero acidente, zero quebra e zero parada. Ele é responsável por se envolver desde o orçamento inicial, até a implantação final do produto (COSTA, 2014).

#### Pilar 7: Administrativo

O pilar administrativo tem como objetivo a redução das perdas nos processos administrativos, eliminando retrabalhos e atividades que não agregam valor. Atividades administrativas executadas sem eficiência podem impactar diretamente na performance de equipamentos e conseqüentemente da linha de produção (PIÃO, 2012).

#### Pilar 8: Segurança Saúde e Meio Ambiente (SSMA)

Este pilar tem como principal objetivo a busca pelo “zero acidente”, realizando o suporte as outras áreas fabris em relação à segurança, saúde e bem-estar dos colaboradores. Este pilar ainda é responsável por monitorar processos produtivos

em relação a possíveis impactos ambientais, garantindo a execução de normas de gestão e legislação ambiental, e buscando por processos produtivos os quais não afetem ou minimizem possíveis impactos ambientais (COSTA, 2014).

## 2.5 OBJETIVOS DO TPM

Para Shirose (1996), a característica mais clara do TPM é o envolvimento de todos os membros da empresa, desde o chão de fábrica, até o mais alto escalão administrativo. Através de pequenos grupos de trabalho, busca-se no TPM o acidente zero, a quebra zero, defeito zero, aumento de eficiência dos equipamentos e processos.

O TPM tem como objetivo maximizar o desempenho dos equipamentos. Uma máquina quebrada, a redução de velocidade de uma linha de produção, um produto vetado ou retrabalhado afeta o resultado, gerando uma condição de desvio indesejada (NAKAJIMA, 1989).

O TPM busca através da padronização, organização e aplicação de ferramentas de melhoria, otimizar processos de forma que os mesmos passem a gerar um maior lucro para a companhia.

## 2.6 KAIZEN

A metodologia Kaizen é uma das ferramentas do *Lean Manufacturing*, a qual é muito utilizada quando se trabalha com TPM dentro das grandes indústrias.

A palavra Kaizen indica um processo padrão de melhoria contínua a qual vem se tornando popular mundialmente devido a expansão do TPM (CHEN, 2000).

Segundo Palmer (2001), o Kaizen tem origem japonesa, onde o *Kai* significa mudança e *Zen* significa para melhor, ou seja, mudar para melhor, como pode ser observado na Figura 3.

**Figura 3 - Significado do Kaizen.**



Fonte: Oliani, 2016.

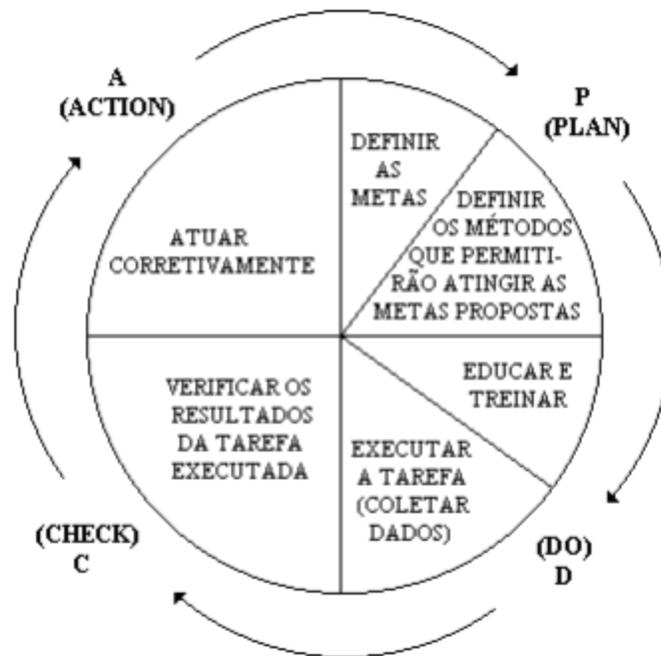
O Kaizen tem como filosofia a melhoria contínua, através de baixos investimentos, pois as mudanças aplicadas focam em ser mais relacionadas a esforço humano, dedicação, comunicação e disciplina, do que em investimentos em novas tecnologias ou equipamentos (FONTES e LOSS, 2016).

Segundo Oliani (2016), o Kaizen é uma forma de gestão direcionada para a maximização da produtividade o qual é focado em ações, onde equipes desenvolvem e implementam soluções, criam ou inovam processos já existentes, não implicando em altos investimentos.

O Kaizen faz uso de outras ferramentas mais simples as quais ajudam a identificar desvios e encontrar soluções para os problemas identificados. Podem ser utilizadas as ferramentas de *Brainstorming*, 5S, 5 porquês, Diagrama de causa e efeito, 5W1H, entre outras. A principal ferramenta utilizada pela metodologia Kaizen é o PDCA, a qual pode ser considerada a base de da metodologia Kaizen.

O ciclo PDCA segue uma sequência de quatro etapas que se repetem continuamente com o objetivo de alavancar determinado resultado como pode-se observar na Figura 4:

**Figura 4 - Ciclo PDCA**



Fonte: GUERRA, 2010. Página17

A sigla PDCA vem do inglês (*Plan, Do, Check, Act*), onde as letras significam respectivamente planejar, fazer, checar e agir.

P: Planejar – A etapa de planejamento representa a fase inicial do projeto onde identifica-se claramente a falha e realiza-se a análise do problema encontrado.

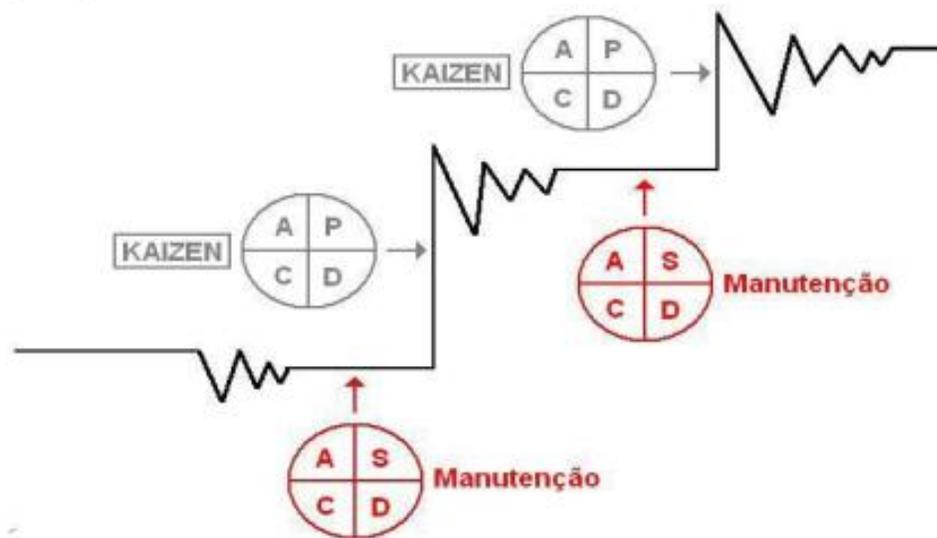
D: Fazer – Nessa etapa, após a identificação do problema e levantamento de ideias, as ações propostas são postas em prática para solucionar o problema.

C: Checar – Nessa etapa deve-se realizar uma análise dos resultados obtidos após as ações serem executadas em campo.

A: Agir – Nesta etapa, se as contramedidas tomadas foram efetivas, deve-se realizar a padronização dos novos procedimentos. Caso as ações não tenham alcançado o resultado desejado, o ciclo deve ser executado novamente.

Seguindo a filosofia da melhoria contínua, mesmo que os resultados sejam alcançados, esse processo deve sempre continuar elevando cada vez mais o nível das entregas, como pode ser observado na Figura 5.

**Figura 5** – Evolução baseada na melhoria contínua.



Fonte: GUERRA, 2010.

É crucial ressaltar a importância da manutenção das padronizações implementadas durante o processo de melhoria. As mesmas podem ser feitas através do ciclo SDCA (padronizar, fazer, checar e agir), o qual é utilizado para estabilizar e padronizar as condições de trabalho (Guerra, 2010).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este trabalho possui uma abordagem de natureza aplicada, quantitativa exploratória de um estudo de caso.

Para a realização desse trabalho, utilizou-se a ferramenta Kaizen, que tem como objetivo a formação de um time multidisciplinar o qual executará os passos da ferramenta para que haja uma redução de perdas e aumento de produtividade (LEÃO, 2019).

A ferramenta Kaizen comumente segue os seguintes passos: desdobramento da perda, descrição do problema, entendimento e restauração das condições básicas, análise de causa raiz, implementação de contramedidas, padronização e expansão de resultados. Tendo em todas as suas etapas um acompanhamento contínuo dos resultados.

A Figura 6 mostra o fluxo a ser seguido para o desenvolvimento do trabalho.

**Figura 6** - Passo a passo do Kaizen.



Fonte: Autor.

A metodologia Kaizen é muito utilizada para a realização de trabalhos de redução de perda de extrato, assim como aumento de produtividade e diminuição de outras perdas dentro de cervejarias.

### 3.2 ROTEIRO DE DESENVOLVIMENTO DO KAIZEN

#### 3.2.1 Identificação da perda *Deployment*

Nessa etapa o objetivo é o de através do levantamento de dados e desdobramentos dos mesmos, identificar com clareza qual o local exato e qual o modo de falha deve ser tratado.

#### 3.2.2 Descrição do problema e estabelecimento de meta.

Sabendo-se qual falha, precisamos a descrever a mesma com clareza e estabelecer uma meta a ser alcançada. Dessa forma o time pode ser mais objetivo e preciso em suas ações.

#### 3.2.3 Entendimento e Restauração das condições básicas.

Nesse passo o objetivo deve ser o de compreender os princípios de funcionamento e parâmetros utilizados no equipamento. Torna-se assim possível de identificar possíveis modos de falha, e realizar a restauração de condições básicas da máquina ou processo.

Deve-se realizar cem por cento da restauração da condição básica do equipamento antes de seguir para a próxima etapa.

Vale-se ressaltar que durante todos os passos devem-se realizar acompanhamento dos resultados obtidos. Se a meta for atingida pelo time apenas com a restauração das condições básicas, o trabalho já pode ser encerrado.

### 3.2.4 Análise da causa Raiz

Após a conclusão da identificação de possíveis modos de falha, e restauração da condição básica do equipamento e processo, devemos identificar as possíveis causas raiz dos principais modos de falha encontrados. Pode-se utilizar nesse passo ferramentas como o diagrama de Ishikawa, e a análise dos cinco porquês.

### 3.2.5 Contramedidas

Tendo o entendimento das causas raízes dos problemas, devemos então definir contramedidas para cada uma delas e as implementar no dia a dia. Essas contramedidas podem ser a criação de novas rotinas, novos processos, novos indicadores, mudança de fornecedores, etc.

### 3.2.6 Padronização & Expansão

Após a implementação das contramedidas, deve-se então padronizar as mesmas, definir responsáveis pelos padrões e realizar uma análise de expansão lateral.

## 3.3 A EMPRESA

A empresa a qual o projeto foi realizado trata-se de uma grande multinacional, atuante no mercado nacional e internacional na produção de alcoólicos e não alcoólicos. Sua marca existe a mais de 130 anos, e a alta qualidade do seu produto vem fazendo com que a empresa aumente suas vendas exponencialmente ano após ano.

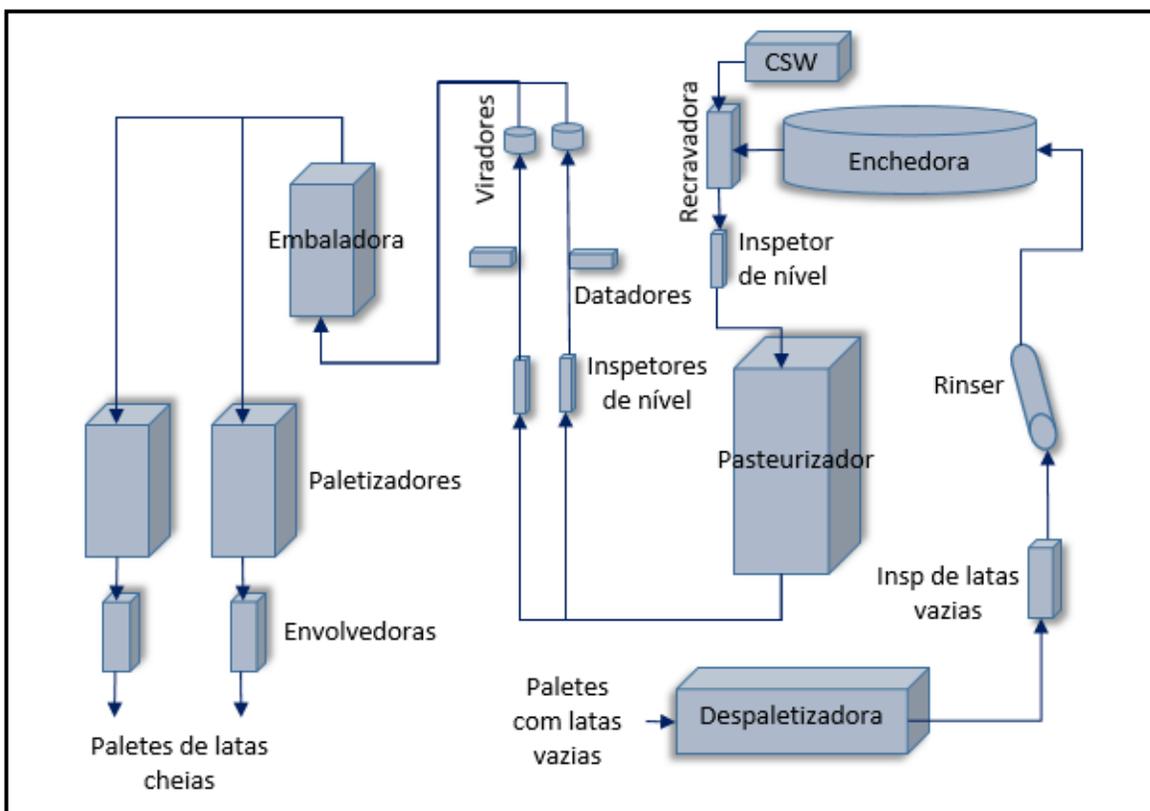
### 3.4 LINHA DE ENVASE

Através de um levantamento de dados históricos, realizado com a ajuda do *software* SAP, observou-se que a maior parcela da perda de extrato da cervejaria estava localizada na da área de envase da mesma.

Realizando-se uma estratificação dessa perda dentro da área de envasamento, constatou-se que a maior perda ocorria na linha de latas, a qual era a responsável por mais de 50% da produção total de cerveja da fábrica.

A Figura 7 a seguir ilustra a linha de produção abordada:

**Figura 7 - Fluxograma da linha de envase de latas.**



Fonte: Autor

A linha inicia-se na Despaletizadora, onde as latas são retiradas dos paletes e encaminhadas a um transporte.

As latas seguem para um inspetor eletrônico o qual realiza uma triagem das mesmas. O inspetor rejeita latas com problemas de pintura, amassadas ou com sujeira.

Após passarem pelo inspetor eletrônico, as latas se encaminham para uma lavagem interna no equipamento chamado Rinser. Esta máquina realiza um jateamento de água em alta pressão para dentro dos recipientes. Com isso, garante-se a eliminação de quaisquer possíveis sujidades das latas.

As latas seguem o transporte e chegam até a enchedora. Na entrada da enchedora, as latas são espaçadas e sincronizadas por uma rosca sem fim a qual realiza o acoplamento sincronizado das latas nas válvulas de enchimento. É importante ressaltar que a alguns metros da rosca sem fim um sensor de detecção de latas confirma a existência ou não de latas e sinaliza se a enchedora deve ou não realizar o enchimento.

A enchedora realiza o enchimento das latas em seis etapas que são descritas em sequência: enxágue, pressurização, enchimento, estabilização, despressurização e Jato de CO<sub>2</sub>.

#### 1) Enxágue:

A válvula recebe um sinal eletropneumático o qual faz a abertura dos canais de entrada de gás e de enxágue. Através do canal de gás, é injetado CO<sub>2</sub> para dentro da lata, expulsando o oxigênio pré-existente e deixando a mesma cheia de CO<sub>2</sub>. Esse passo é muito importante, pois devido ao alto poder oxidante do oxigênio, o mesmo se torna extremamente prejudicial a qualidade da cerveja.

#### 2) Pressurização:

Fecha-se o canal de enxágue e mantém-se o de entrada de CO<sub>2</sub> aberto. A lata será pressurizada para a mesma pressão que existente na câmara de cerveja.

Esse passo é de extrema importância, pois é ele que garantirá que quando iniciado o envasamento da cerveja, a mesma não entre em alta velocidade na lata. A cerveja deve ser transferida da câmara de cerveja para a lata apenas pela pressão atmosférica. Não deverá existir diferencial de pressão entre a lata e a câmara. Evita-se assim espumamentos indesejáveis.

### 3) Enchimento:

Abre-se o cilindro principal de produto. O líquido desce passando por um medidor de vazão e chega até a lata.

Por dentro do tubo o qual o produto chega, existe um segundo tubo com um orifício, o qual permitirá que o CO<sub>2</sub> existente no recipiente possa retornar para câmara do gás de pressurização. A ponta do tubo de enchimento tem formato triangular, o que faz com que a cerveja seja lançada para as laterais da lata, evitando-se espumamentos, e permitindo que o gás retorne pelo centro do tubo. O enchimento termina quando o medidor de vazão envia o sinal de que o volume nominal foi atingido. Fecha-se então a válvula de entrada de produto.

### 4) Estabilização:

Logo após a finalização do enchimento, o canal de entrada de CO<sub>2</sub> é fechado e aguarda-se para que a cerveja estabilize.

### 5) Despressurização:

O cilindro de despressurização abre então o canal de enxágue de CO<sub>2</sub>. A pressão da lata diminui até atingir a pressão atmosférica e o canal é novamente fechado. A lata está pronta para ser desacoplada da enchedora.

#### 6) Jato de CO<sub>2</sub>:

Após todas as etapas de enchimento serem realizadas, abre-se de forma rápida o canal de entrada de CO<sub>2</sub>, ocorrendo assim a liberação de um jato de CO<sub>2</sub>. Esse jato realiza a limpeza dos canais de enchimento, evitando assim que resquícios de cerveja do procedimento anterior possam atrapalhar no próximo enchimento.

Após a etapa de despressurização a válvula de enchimento desacopla e a lata passa então pelo quebra-bolhas. Este equipamento expelle um jato de CO<sub>2</sub> sobre à cerveja fazendo com que as bolhas de ar existentes se quebrem antes da lata ser fechada.

A lata segue para o equipamento chamado Recradora onde será tampada, e em seguida para o pasteurizador, onde é exposta a variadas temperaturas em determinados tempos para a realização da pasteurização da cerveja.

Após o pasteurizador, a lata segue para o datador, onde seus dados de produção, como dia, hora, unidade e linha de produção serão gravados no fundo da lata.

A lata segue até a embaladora, onde será agrupada em grupos de 12 ou 18 unidades e embalada. O pacote de latas segue através do transporte até a paletizadora, onde robôs colocam os pacotes em paletes. Os paletes são então envolvidos por um plástico protetor na máquina envolvedora, e estocados.

É importante ressaltar que a linha possui três inspetores de nível de enchimento, sendo um localizado na saída da Recradora, e dois após o pasteurizador. Esses inspetores tem a função de rejeitar latas as quais possuam baixo nível de enchimento.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 DESENVOLVIMENTO DO KAIZEN

Para a realização desse trabalho criou-se um time de redução de perda de extrato, o qual foi constituído por um coordenador de envase, uma coordenadora de TPM, um analista de envase, um *trainee*, um mecânico, três operadores e um estagiário.

### 4.2 IDENTIFICAÇÃO DA PERDA *DEPLOYMENT*

Para uma atuação certa, a qual ataque de forma eficiente o problema, é necessário a realização de um levantamento de dados os quais mostrem com clareza onde está o problema a ser mitigado ou erradicado.

Para este trabalho, realizou-se um *deployment* dos últimos três meses de produção na seguinte sequência: quantificação da perda de extrato na área de envase, desdobramento da perda por linha de produção, desdobramento da perda por modos de perda.

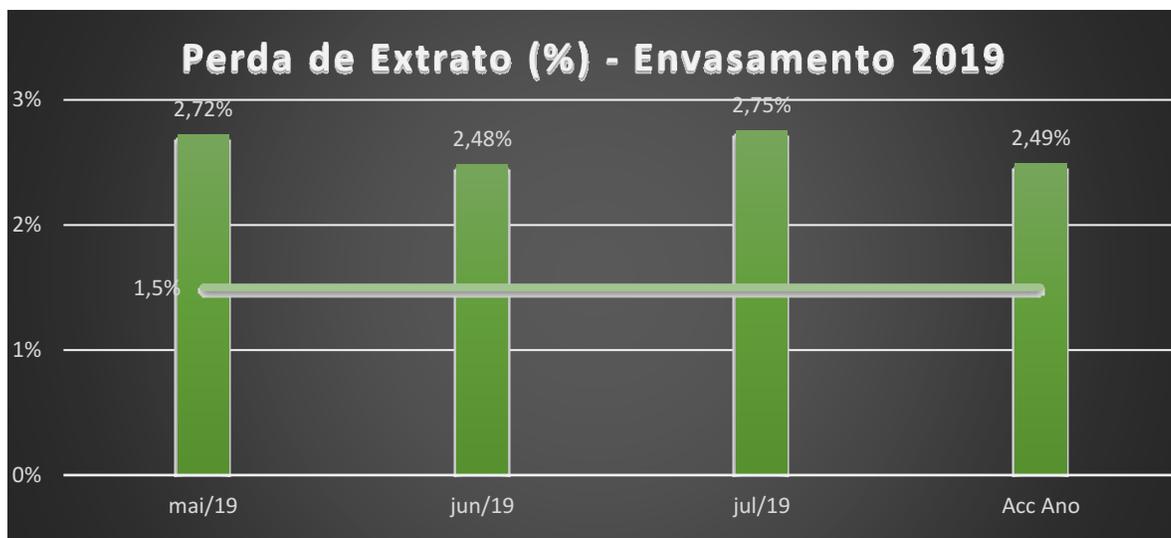
#### 4.2.1 Quantificação da perda na área do envase:

Utilizando-se de dados históricos armazenados em um *software* utilizado pela empresa (SAP), foi possível realizar o levantamento da quantidade de cerveja perdida pela área do envase nos últimos três meses. O cálculo percentual leva em consideração a diferença entre o que entrou de extrato para a área de envase, menos o que saiu de extrato da área em forma de produção líquida, dividido pelo que saiu de extrato da área em forma de produção líquida de acordo com a fórmula de percentual de perda de extrato a seguir:

$$\% \text{ Perda de extrato} = \frac{(\text{Entrada de Extrato (KG)} - \text{Saída de Extrato (KG)}) \times 100}{\text{Saída de Extrato (KG)}}$$

Pode-se observar a partir da Figura 8 o percentual de perda de extrato obtido entre maio e junho de 2019.

**Figura 8 - Perda de extrato na área de envasamento entre maio e junho de 2019.**



Fonte: Autor

Com um resultado ideal de perda pré-estabelecido em 1,5%, pode-se concluir a partir da Figura 8 que se faz necessário um trabalho para reduzir essa perda na área de envase.

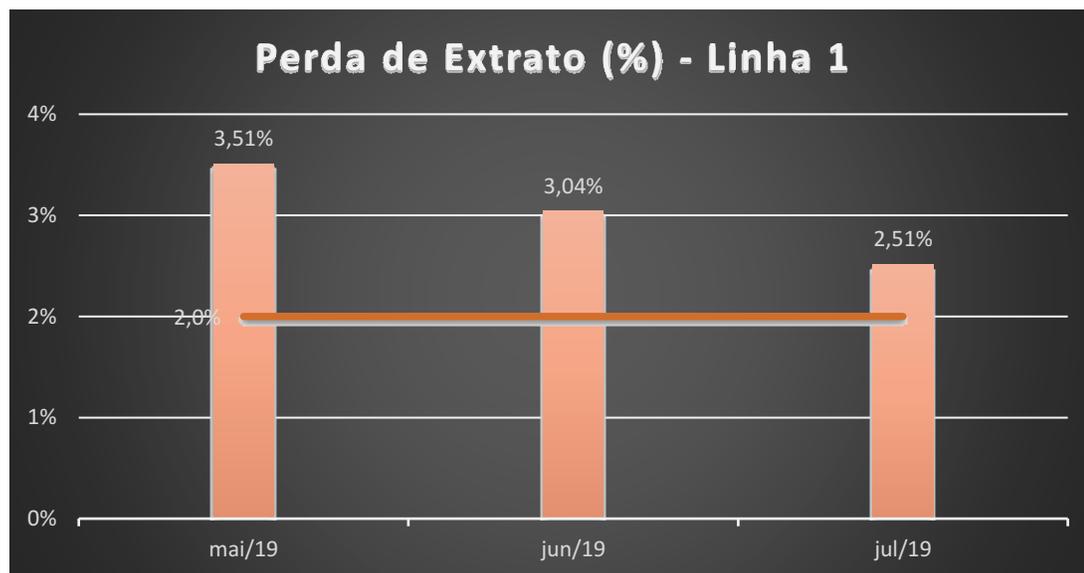
#### 4.2.2 Desdobramento da perda por linha de produção:

Com o conhecimento de que há uma grande perda de extrato dentro da área de envase, se faz necessário entender melhor onde exatamente esta perda está acontecendo. Para isso, utilizando-se novamente de um histórico de dados armazenados no *software SAP*, pudemos quantificar a perda dos últimos três meses de cada linha de produção.

A empresa abordada possui três linhas de produção, sendo elas uma de envase de garrafas, uma de latas e uma de barris, sendo essas nomeadas respectivamente Linha 01, Linha 05 e Linha 06.

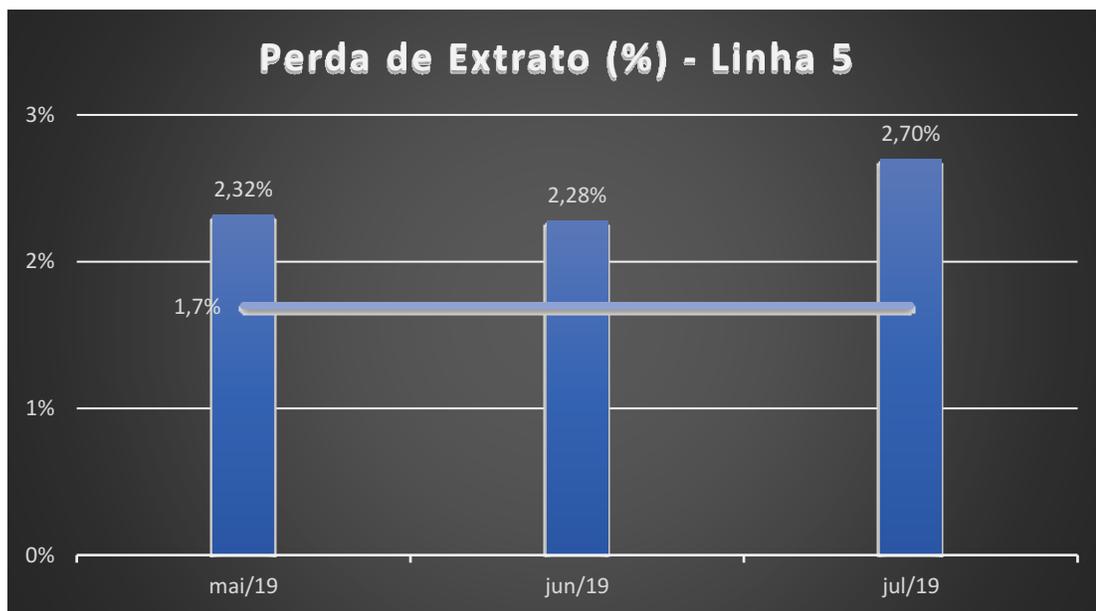
Os resultados percentuais de perda de extrato de cada linha são mostrados nas Figuras 9, 10 e 11 a seguir:

**Figura 9 - Perda de extrato da linha de garrafas.**



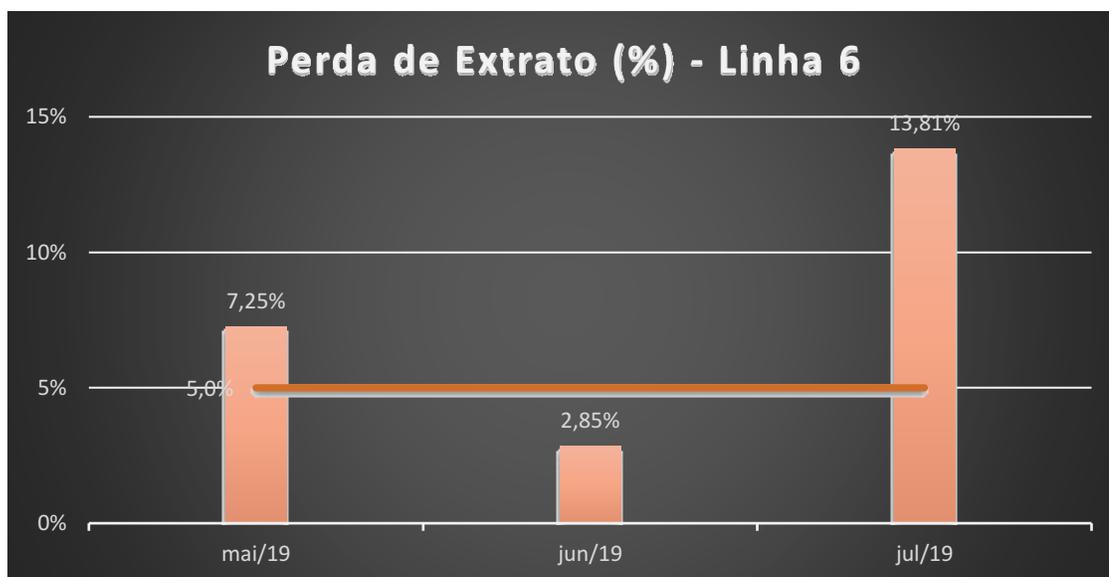
Fonte: Autor

Pode-se observar a partir da Figura 8 que a perda de extrato na Linha 01 está acima do ideal, mas apresentando uma tendência de decréscimo mês após mês.

**Figura 10 - Perda de extrato da linha de latas**

Fonte: Autor

Na Figura 10, pode-se observar que na Linha 05, além da perda de extrato estar fora da meta, tivemos um grande incremento da perda no último mês.

**Figura 11 - Perda de extrato da linha de chope**

Fonte: Autor

Na Figura 11 pode-se observar uma grande variação na perda de extrato na linha 06. No último mês constatou-se o maior percentual de perda em relação as três linhas de envasamento. Chegando a um total de 13,81% de perda.

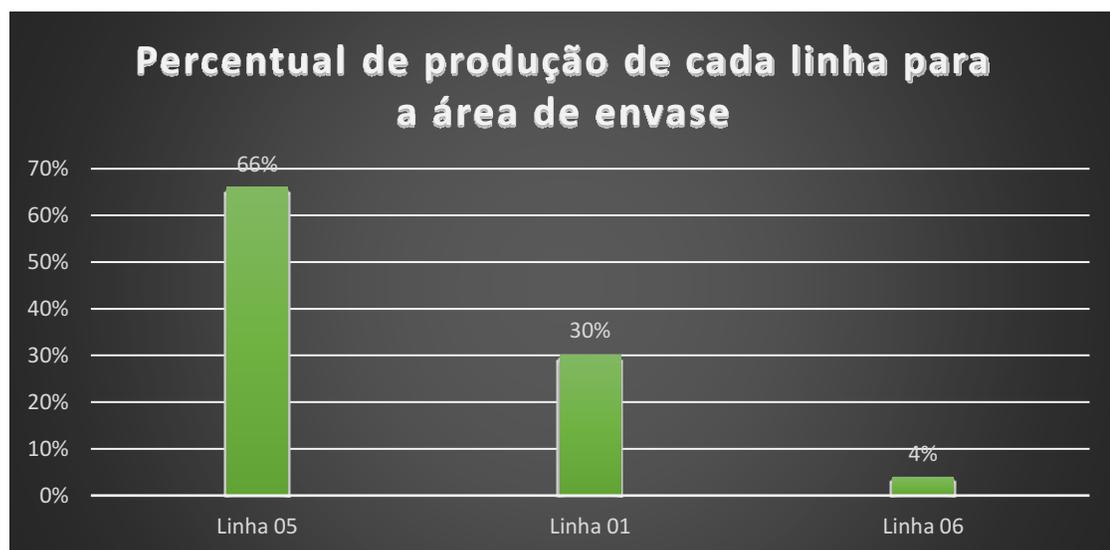
A partir das Figuras 9,10 e 11 concluímos que percentualmente, a linha de chope é a que mais perde cerveja em relação a sua produção. A linha de latas no último mês passou a ser a que apresenta a segunda maior perda, e a de garrafas passou a ser a terceira, após apresentar um decréscimo de um por cento em relação a sua perda do mês de maio.

Sabe-se que a perda de extrato da linha de garrafas obteve essa redução devido a uma alteração no procedimento operacional da mesma. Logo o seu resultado tende a se manter próximo aos 2,51%.

Como cada linha possui volumes de produção diferentes, é importante realizarmos o cálculo de quanto cada linha impacta no resultado final de perda de volume para a área.

Realizando-se um levantamento de volume produzido por linha em relação ao total da área, chegou-se ao resultado que pode ser observado na Figura 12:

**Figura 12 - Percentual de volume produzido por linha de produção no envase**

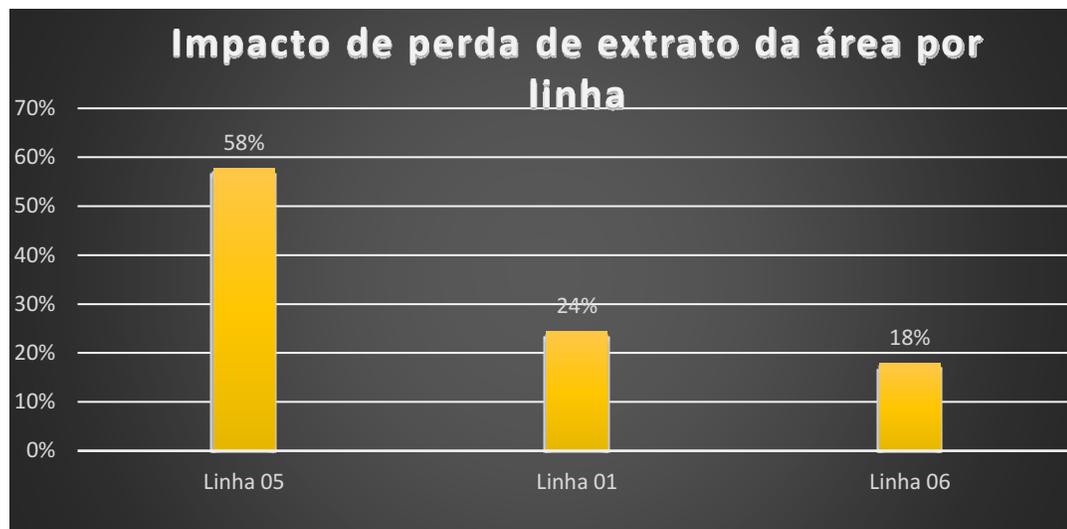


Fonte: Autor

Pode-se enxergar a partir da Figura 12 que a linha de latas produz mais do que o dobro da linha de garrafas, e 16 vezes mais que a produção da linha de chope.

Fazendo uma relação entre o percentual que cada linha perde durante a sua produção, e quanto cada uma produz, chegou-se ao resultado de quanto cada linha impacta na perda de extrato total da área de envasamento. O resultado pode ser visto na Figura 13 a seguir:

**Figura 13** – Impacto de perda de extrato da área por linha.



Fonte: Autor

Pode-se observar que a Linha 05 é a maior impactante no resultado da perda de extrato da área.

#### 4.2.3 Desdobramento da perda em modos

Sabendo-se que a maior perda da área ocorre na linha de latas (L05), precisamos agora entender, onde apresenta-se a maior perda dentro da linha. Para isso, realizou-se um mapeamento dos principais modos de perda, e quantificou-se os mesmos.

Os modos mapeados foram: volume de enchimento, mal cheias, quebras cheias, análises laboratoriais, partida de linha, *setup* e não mapeados.

#### 4.2.3.1- Volume de enchimento:

Esse modo é relacionado ao volume de cerveja envasado em excesso nas latas. Entende-se como perda por volume de enchimento todo volume colocado a mais do que o nominal da lata.

Para mensurar essa perda, foram utilizados os valores de coleta de volume diária feita pelo laboratório da fábrica. O laboratório realiza a coleta de volume aleatória de 18 latas por dia. Utilizou-se os valores coletados no último mês para realizar uma média de sobreenchimento, e multiplicou-se esse valor pelo número de latas produzidas no último mês.

#### 4.2.3.2 - Mal cheias:

Devido a velocidade do processo, muitas vezes a máquina enchedora apresenta falhas de enchimento, gerando assim latas com volume abaixo do nominal. Essas latas são rejeitadas no inspetor de nível, e esses dados de rejeito são coletados diariamente pela operação.

Para o cálculo da perda, realizou-se a pesagem de uma amostragem de latas mal cheias, gerando-se um valor médio de enchimento. Multiplicou-se então esse valor pelo número de latas rejeitadas no último mês.

#### 4.2.3.3 - Quebras cheias:

Muitas latas boas produzidas acabam não chegando até o paletizador, onde vão ser contabilizadas como produção líquida. Isso pode ocorrer por inúmeros motivos, como por exemplo o tombamento das mesmas no transporte, o que as leva a ser rejeitadas no inspetor de nível, ou o descarte de latas devido a algum problema

aleatório durante o transporte, como amassamento, ou tombamento das mesmas para fora das esteiras.

Para contabilizarmos essa perda, realizamos a seguinte conta, número de latas produzidas na enchedora, menos a produção líquida, menos o número de malcheias, menos as latas coletadas para análises laboratoriais. Possuímos todos esses dados através do *software* de coleta de dados da empresa, ou coleta de dados feita pela operação.

#### 4.2.3.4 - Análises laboratoriais:

Desde o início da produção, até a finalização da mesma, são realizados inúmeros testes de qualidade, sejam eles na lata, ou na cerveja envasada. Para isso, o laboratório realiza frequentemente a coleta de latas da linha de produção. Esse número de latas é anotado e computado no *software* SAP utilizado pela empresa. Logo, para quantificar-se a perda, apenas multiplicou-se o número de latas coletadas no último mês pela nominal das mesmas.

#### 4.2.3.5 - Partida de linha:

Após a paralização da linha de produção por um determinado tempo, é necessário realizar-se uma assepsia da tubulação de chegada de cerveja com soda, água quente, e posteriormente resfriamento da tubulação com água fria. Após a etapa de resfriamento envia-se então a cerveja. A cerveja quando chega na enchedora, pode apresentar certo grau de espumamento e diluição devido à turbulência sofrida no seu envio inicial e resquícios de água remanescentes na tubulação.

Devido a esses pontos, realiza-se um descarte inicial da cerveja da tubulação antes de iniciar o envasamento da mesma nos recipientes.

Para mensurar esse modo, foram realizados acompanhamentos de partidas de linhas, e através de um medidor de vazão existente na entrada da enchedora. Pode-se mensurar dessa forma a quantidade perdida por partida de linha. Através

do *software* de dados da empresa foi-se realizado o levantamento de quantas partidas foram realizadas no último mês, e conseqüentemente qual a perda total por esse modo.

#### 4.2.3.6 - *Setup*:

Quando é realizada a troca de produto, faz-se necessário drenar a quantidade remanescente na tubulação da cerveja que estava sendo produzida, e realizar um descarte inicial da cerveja a qual será produzida.

Para mensurar essa perda, foram realizados acompanhamentos de *setups*, e através de um medidor de vazão existente na entrada da enchedora, pode-se mensurar a quantia perdida por *setups*. Através do *software* de dados da empresa foi-se realizado o levantamento de quantos *setups* foram realizados no último mês, e conseqüentemente qual a perda por *setups*.

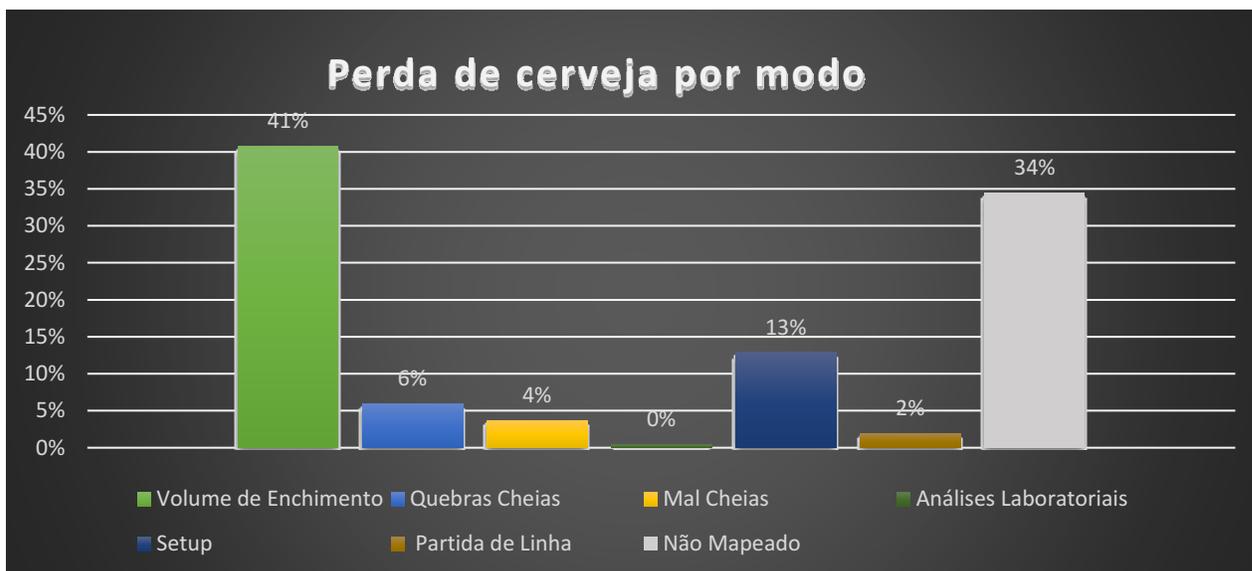
#### 4.2.3.7 - Não mapeados:

Durante o processo de enchimento possuímos perdas as quais não foram possíveis mensurar, como por exemplo, a perda por derramamento quando as latas desacoplam da válvula de enchimento, a perda de quando as mesmas passam pelo quebra-bolhas, e a perda de quando passam pelo processo de recravação.

Consideramos a diferença entre a perda total da linha e o que foi mapeado, como a perda não mapeada.

Os dados obtidos estão representados na Figura 14:

**Figura 14 - Perda de cerveja por modo**



Fonte: Autor

Pode-se concluir através do levantamento de dados de perda que o modo que mais causa desperdício é o de volume de enchimento, seguido pelas perdas não mapeadas

### 4.3 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Constatando-se que o modo que mais causa a perda de extrato é o volume de enchimento, decidiu-se que a abordagem do trabalho deveria ser direcionada para a mitigação deste modo de falha.

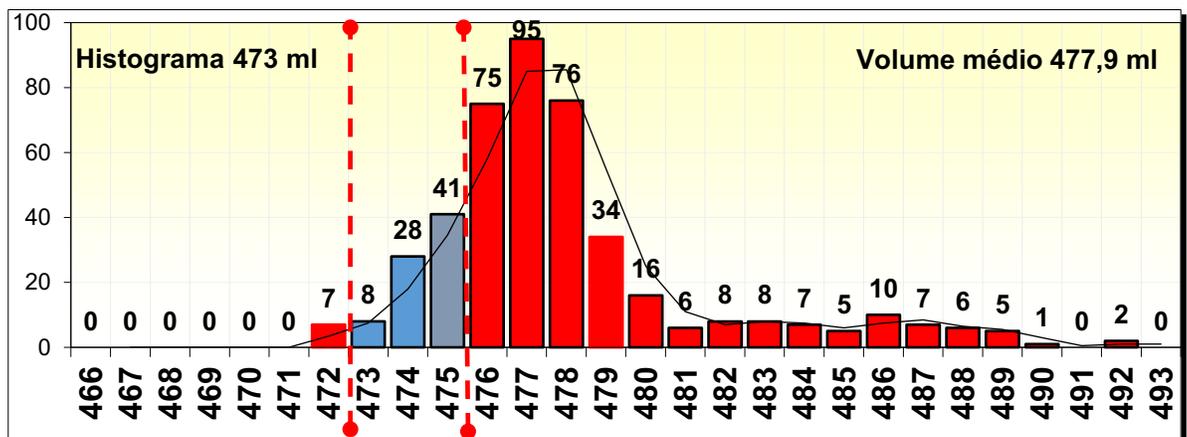
Um ponto importante a se destacar, é a influência direta que esse modo tem sobre o modo de perdas não mapeadas.

Acredita-se que reduzindo o volume de cerveja envasado nas latas, o volume perdido por perdas não mapeadas também será reduzido.

#### 4.4 ENTENDIMENTO E RESTAURAÇÃO DAS CONDIÇÕES BÁSICAS

Para entender melhor a atual situação dos volumes de enchimento, foi-se coletado uma amostra aleatória de mais de 400 latas da enchedora e plotado um histograma o qual possibilitou o entendimento e subsequente acompanhamento dos níveis de enchimento como pode ser visto na Figura 15:

**Figura 15** - Histograma representando o volume de enchimento das latas antes do trabalho.



Fonte: Autor

A partir da análise do histograma, concluiu-se que existia uma variação muito grande nos níveis de enchimento, existindo latas sendo envasadas com 472 ml até latas envasadas com 492ml.

Na figura 15 pode-se analisar também que a maioria das latas estavam sendo envasadas com 477ml, e um volume médio de enchimento de 477,9 ml, contabilizando 4,9 ml a mais do que a nominal.

A faixa em azul foi a considerada aceitável pelo time, logo, tomou-se como objetivo diminuir a variação e o nível de enchimento das latas.

Tendo como a máquina responsável pelo enchimento, a enchedora, a mesma passou a ser considerada a área crítica a ser abordada pela equipe, logo se fez necessário o entendimento dos seus princípios de funcionamento, assim

como seus parâmetros variáveis, e consequente restauração de condições básicas da mesma.

Realizou-se um treinamento para o time sobre os princípios de funcionamento da enchedora, e dos parâmetros variáveis.

A partir do treinamento, efetuou-se o levantamento de hipóteses de problemas que poderiam estar afetando o enchimento. Criou-se um plano de ação e realizou-se a verificação das hipóteses e a resolução de problemas relacionados as condições básicas do equipamento.

#### 4.5 ANÁLISE DA CAUSA RAÍZ

Com os modos de falha que levaram ao aumento de perda identificados pelo time, pode-se construir a análise da causa raiz de cada modo de falha encontrado. Esse passo teve como intuito entender o porquê da existência desses modos de falha no equipamento. Para isso, utilizou-se da análise dos cinco porquês, como pode ser observado na Figura 16:

**Figura 16 - Análise dos 5 porquês.**

Passo 4 - Análise de 5 Porquês do modo de falha identificado (E - Selecionar se houver evidência e continuar somente se estiver selecionado)										
Possíveis Causas	1º Por quê	E	2º Por quê	E	3º Por quê	E	4º Por quê	E	5º Por quê	E
1 Válvulas Descalibradas	Após manutenção das válvulas no overhaul as válvulas não foram calibradas.	S	Falta de priorização da atividade por falta de conhecimento sobre calibrações.	S	Falta de procedimento operacional para a área realizar a atividade de calibração.	CR				
		S	Não cumprimento do padrão da atividade pela área de manutenção	S	Tempo excedido no overhaul devido a montagem de válvulas com peças incorretas da KHS.	S	As peças compradas para o Overhaul não eram do fornecedor definido pela KHS.	S	Código da peça não possuía distinção de fornecedor para a realização da compra.	CR
2 Válvula com vazamento (vedação)	Vedações danificadas	S	Desgaste inerente do processo	S	Falta de rotina e padrão estabelecido para inspeção das válvulas	CR				
3 Medidores de vazão desligados	Devido a problemas de enchimento na posição	S	Problemas mecânicos nas válvulas de enchimento	S	Falta de rotina de inspeção das válvulas	CR				
		S	Desgaste do centro da membrana interna da válvula de enchimento	S	Falta de rotina de inspeção das válvulas	CR				
4 Partidas de linha com volume acima do especificado	Falta de cumprimento do procedimento operacional	CR								
5 Trepidação das latas no correntão	Não se aplicou	N								

Fonte: Autor

Pode-se concluir a partir da análise dos cinco porquês que as causas raízes dos problemas estavam relacionadas a quatro causas principais.

No item 1, válvulas descalibradas, chegou-se à conclusão que devido a duplicação de um código de compra de determinada peça, houve um atraso na entrega do projeto anual de restauração da máquina enchedora. Logo, por falta de tempo não foram realizadas as aferições anuais das válvulas de enchimento.

Outra causa raiz para esse item, foi a falta de um procedimento operacional que pudesse ser utilizado pela operação para a realização de calibrações. A operação não possuía conhecimento suficiente para executar as calibrações.

No item 2, válvulas com vazamento, verificou-se que a causa raiz era a não realização de uma rotina de inspeção das válvulas. Devido a não existência de uma rotina de inspeção, muitas válvulas possuíam vedações de borracha ressecadas ou danificadas que eram trocadas apenas na reforma anual da enchedora.

No item 3, medidores de vazão desligados, verificou-se que o medidor na maioria das vezes era desligado devido a problemas mecânicos das válvulas de enchimento. Logo chegamos à mesma causa raiz da necessidade da realização de uma rotina de inspeção das válvulas.

Quando o medidor de vazão é desligado, ele automaticamente copia o percentual de enchimento do medidor da válvula a sua direita, e na maioria dos casos, esse percentual é diferente, o que levava a um sub ou sobre enchimento das latas.

No item 4, partidas de linha com volume de enchimento acima do especificado, chegou-se à conclusão de que a falta do cumprimento do padrão operacional era a causa raiz do problema.

A operação teve como informação prévia, que era necessário realizar a partida de linha com um volume mais alto, devido a cerveja inicial ter sofrido certa turbulência até sua chegada à enchedora. Essa informação não fazia sentido, e depois da orientação e realização de algumas partidas de linha na nominal de enchimento, a operação passou a realizar a partida com o valor nominal.

Houve também o levantamento da possibilidade de “trepidação de latas no correntão”, que nada mais é do que o transporte das latas cheias entre as máquinas

enchedora e recravadora. Verificou-se de que não havia trepidação suficiente para derramamentos.

#### 4.6 CONTRAMEDIDAS & *FOLLOW UP* DOS RESULTADOS

A partir da identificação das causas raízes, elaborou-se um plano de ação para a mitigação das mesmas, como segue na Figura 17:

**Figura 17 - Plano de ação para a mitigação das causas raízes.**

Passo 5 - Plano de Ação				Verificação de eficácia ( Requisito SGI)			
Descrever as ações a serem tomadas para todas as causas procedentes	Prazo	Status	Responsável	Data	Verificado por	Observações	
1	Criação de LPP para calibração de válvulas	23/09/2019	Ok	Diego/Cris	22/09/2019	Vanessa	Criado o procedimento e treinado a operação
2	Criação de área de calibração de válvulas	23/09/2019	Ok	Diego/Edson	22/09/2019	Vanessa	Área construída ao lado da enchedora
3	Estabelecer rotina de inspeção no quadro de gestão de válvulas.	23/09/2019	Ok	Diego/Cris	22/09/2019	Edson	Rotina iniciada em 22/09
4	Criação de procedimento de inspeção de válvulas	30/09/2019	Ok	Diego/Douglas/Cris	25/09/2019	Edson	Criado o procedimento e treinado a operação
5	Criação e implementação de Trouble Shooting para situação de problemas de enchimento.	30/09/2019	Ok	Diego/Edson	30/09/2019	Edson	Implementado no procedimento da enchedora
6	Correção do código de compra de peças KHS.	Já Realizado	Ok	Manutenção	Já Realizado	Diego	Já realizado anteriormente

Fonte: Autor

Para a primeira causa raiz, que foi a duplicação do código de compra de uma peça, havia-se a informação de que a correção no sistema já havia sido feita. O time então apenas realizou a verificação do código, e o mesmo já se encontrava corrigido.

Para a segunda causa raiz, que era a não existência de um procedimento operacional para que a operação pudesse realizar a calibração das válvulas de enchimento, criou-se uma Lição Ponto a Ponto, e treinou-se a operação nesse procedimento. Garantindo-se assim que toda a operação sabe realizar o procedimento, e que haverá um procedimento passo a passo para casos de dúvidas.

Para a causa raiz relacionada a falta de rotina de inspeção, realizaram-se quatro ações.

A primeira foi a construção de um procedimento operacional e treinamento da operação no mesmo. O procedimento mostra passo a passo como desmontar e montar uma válvula de enchimento, assim como quais peças devem ser inspecionadas, e com que frequência as mesmas devem ser trocadas.

A segunda ação foi a criação de uma área específica para calibração de válvulas, possibilitando assim que a operação pudesse realizar com maior facilidade as revisões.

A terceira foi a implementação da rotina de calibração. A máquina enchedora possuía duas válvulas reservas para troca em casos de emergência. Foi-se realizada a compra de mais três válvulas reservas, e estabelecido uma rotina de revisão de cinco válvulas a cada CIP.

O CIP acontece em uma frequência de sete a nove dias. Com isso, torna-se possível realizar a revisão de todas as válvulas de enchimento dentro do período de um ano. Desta forma, a rotina anterior de revisão de todas as válvulas durante a restauração anual da enchedora se torna dispensável, evitando erros como o da não aferição da enchedora por falta de tempo.

É importante destacar, que cada vez que é realizada a troca de uma válvula por outra revisada, a mesma é calibrada. Desta forma, garante-se que anualmente realiza-se uma aferição completa das válvulas da enchedora.

A quarta ação foi a implementação de um fluxograma *Trouble Shooting* no procedimento operacional da enchedora, o qual mostra ao operador qual passo seguir em caso de identificação de anomalias.

#### 4.7 PADRONIZAÇÃO & EXPANSÃO

As contramedidas foram padronizadas com a criação de procedimento operacionais e treinamentos já descritos no item 4.6.

Analisou-se também a possibilidade de expansão horizontal das contramedidas tomadas. Chegou-se à conclusão de que as contramedidas não se aplicavam a linha de garrafas, mas que a mesma pode realizar o desenvolvimento de um trabalho semelhante para melhorar o seu desempenho e diminuir o desperdício.

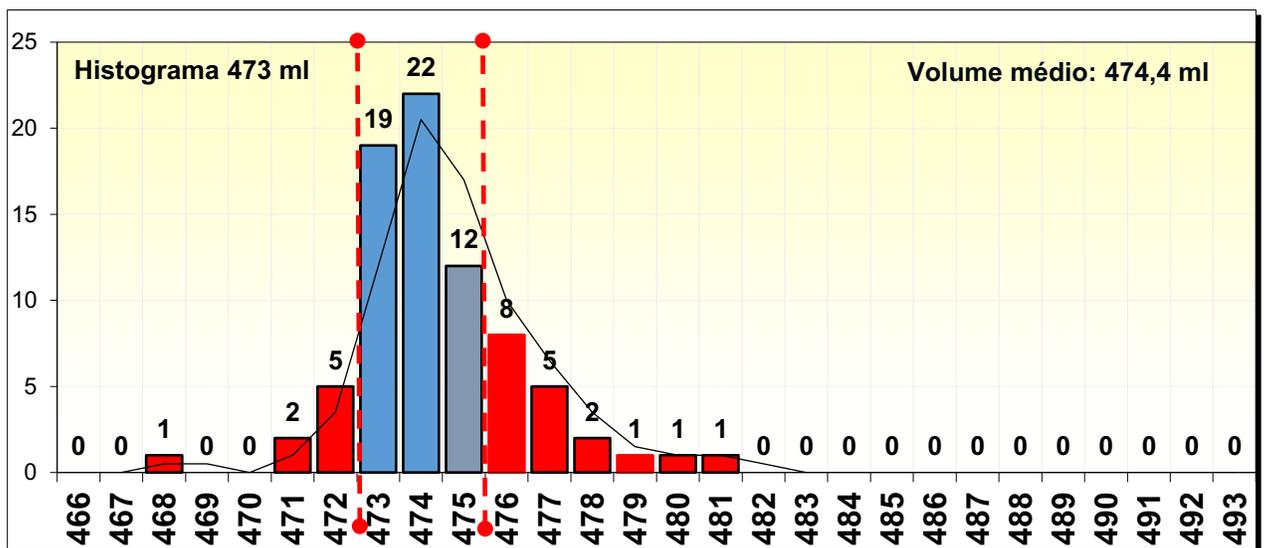
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a realização do trabalho, e após o término do mesmo, foram realizados acompanhamento do comportamento da perda de extrato de acordo com cada passo tomado pelo time.

É importante destacar, que durante o desenvolvimento do projeto, já se notava uma redução considerável de perda de extrato.

Após o término do trabalho, uma nova coleta de latas foi realizada para análise do comportamento dos níveis de enchimento das latas. Os resultados são representados pela Figura 18 a seguir:

**Figura 18** - Histograma demonstrando o comportamento dos enchimentos após o trabalho



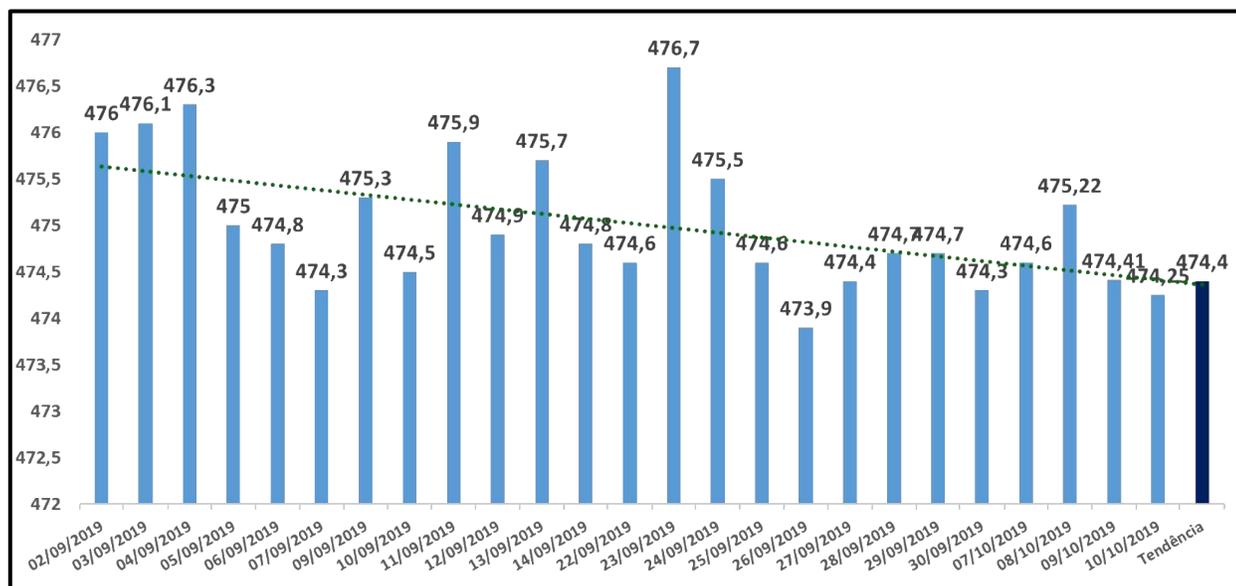
Fonte: Autor

Pode-se concluir a partir desse histograma que as latas passaram a apresentar uma maior uniformidade nos seus níveis de enchimento, e que a maioria dos enchimentos passou a se concentrar em uma faixa mais próxima do desejado.

O nível médio de enchimento foi reduzido de 477,9 para 474,4 ml. Cerca de 3,5 ml a menos por lata.

Os resultados médios de volume do último mês de trabalho são representados na Figura 19 a seguir:

**Figura 19** - Resultados dos volumes médios das latas no último mês

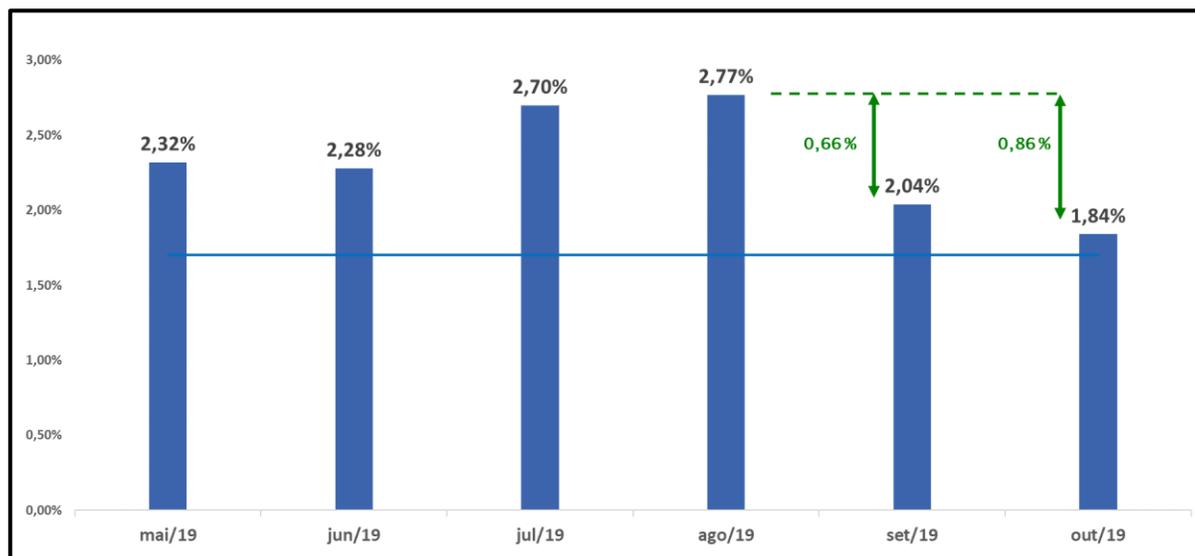


Fonte: Autor

Pode-se observar no gráfico o comportamento de redução de volume de cerveja nas latas durante o último mês desenvolvimento do projeto, o qual após a sua finalização, passou a apresentar um volume médio de 474,4 ml por lata.

Na Figura 20 pode-se observar o resultado de perda de extrato da Linha 05.

**Figura 20** - Resultado de perda de extrato da L05 após a realização do trabalho.



Fonte: Autor

Pode-se observar na Figura 20 uma redução de 0,86% de perda de extrato da linha de latas após a execução do time Kaizen, o que significa que houve uma redução de cerca de 31% do total da perda quando comparado ao último resultado obtido antes da abertura do time. Isso trouxe um impacto de redução equivalente a 18% da perda de extrato da área de envasamento.

## 6 CONCLUSÃO

A metodologia Kaizen é comumente utilizada por cervejarias para a mitigação de perdas. A aplicação da mesma mostrou-se extremamente eficiente quando aplicada com o objetivo de reduzir perda de extrato.

Com relação ao objetivo geral do trabalho, obtivemos como resultado a redução da perda de cerveja dentro da área de envasamento em 18% através da metodologia Kaizen.

Com relação aos objetivos específicos, foi possível identificar através da metodologia o local de maior perda de extrato dentro da área de envase, desenvolver um trabalho através da metodologia Kaizen, melhorar o resultado da perda em 18% e implementar medidas as quais passaram a sustentar o resultado.

Ficou claro ao longo do trabalho que os grandes causadores das perdas eram diretamente relacionados à falta de conhecimento técnicos operacionais, falta de procedimentos e a não realização de aferições dos medidores de vazão após manutenção.

Do ponto de vista da companhia concluiu-se que o projeto foi um caso de sucesso, trazendo uma redução significativa de perda de extrato para a cervejaria.

O trabalho além de melhorar o resultado, estabeleceu uma nova metodologia de revisão de válvulas a qual irá garantir com que a perda se mantenha baixa.

Notou-se também um ganho considerável de conhecimento técnico a nível operacional, o qual ajudará no entendimento de possíveis novas falhas na máquina.

Do ponto de vista acadêmico, pode-se concluir que o trabalho consolidou os conhecimentos adquiridos pelo do pesquisador na universidade, na prática.

O trabalho ainda agrega a ciência no compartilhamento do conhecimento, desenvolvimento de P&D&I e pesquisas futuras.

## 7 REFERÊNCIAS

CARRIJO, J. R. S.; LIMA, C. R. C. **A implementação do TPM – Total Productive Maintenance nas empresas brasileiras: Uma busca pela competitividade.** São Paulo, Novembro 2006. Disponível em: [https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/529.pdf](https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/529.pdf). Acesso em 06 de setembro de 2020.

CARRIJO, J. R. S.; LIMA, C. R. C. **Disseminação TPM – Manutenção Produtiva Total nas indústrias brasileiras e no mundo: uma abordagem construtiva.** Rio de Janeiro; Outubro 2008. Disponível em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_069\\_494\\_11021.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_494_11021.pdf). Acesso em 06 de setembro de 2020.

CERVBRASIL. **Mercado cervejeiro.** Disponível em [http://www.cervbrasil.org.br/novo\\_site/mercado-cervejeiro/](http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/mercado-cervejeiro/) Acesso em 21 de fevereiro de 2020.

CHEN, J. C.; DUGGER J.; HAMMER B. **A Kaizen Based Approach for Cellular Manufacturing Design: A Case Study.** The Journal of Technology Studies, Vol. 27, 2000, Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/242529089\\_A\\_Kaizen\\_Based\\_Approach\\_for\\_Cellular\\_Manufacturing\\_System\\_Design\\_A\\_Case\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/242529089_A_Kaizen_Based_Approach_for_Cellular_Manufacturing_System_Design_A_Case_Study) Acesso em 04 de julho de 2021.

COUTINHO, T. **Os 8 pilares da TPM (manutenção produtiva total) quais são eles.** Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/8-pilares-tpm> Acesso em 21 de fevereiro de 2020.

COSTA, M. P. D. **Aplicação da metodologia tpm para a redução da perda de extrato em uma enchedora de latas.** São Paulo: USP Lorena, 2014. Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2014/MEQ14067.pdf>. Acesso em 21 de fevereiro de 2021.

FONTES E. G.; LOOS M. J. – **Aplicação da metodologia Kaizen: Um estudo de caso em uma indústria têxtil do centro oeste do Brasil**, Revista Espacios, Novembro 2016, Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a17v38n21/a17v38n21p06.pdf> Acesso em 13 de setembro de 2020.

GUERRA, H. C. - **A Filosofia Kaizen como Metodologia de Gestão baseada na Melhoria Contínua**. Covilhã; Universidade da Beira do Interior; Outubro 2010. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2991/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Filosofia%20Kaizen.pdf> Acesso em 22 de junho de 2021.

JIPM – Japan Institute Plant of Maintenance. Apostila IMC – **Curso de Facilitadores TPM**, São Paulo: IMC Internacional, 2000.

LAMPKOWSKI, F. J.; MASSON A.C.P.D.; CARRIJO, J. R. S.; **TPM – Total Productive Maintenance - Resultados da implementação: um estudo de caso**. São Paulo, Novembro 2006. Disponível em: [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/13.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/13.pdf) Acesso em 21 de setembro de 2020.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM Total Productive Maintenance**. São Paulo, 1989, Disponível em: <https://www.pdfdrive.com/introduction-to-tpm-total-productive-maintenance-e187223506.html> Acesso em 21 de setembro de 2020.

OLIANI L. H.; PASCHOALINO W. J.; OLIVEIRA W. **Ferramenta de Melhoria Contínua Kaizen**. São Paulo. 2016. Disponível em: [http://revistaunar.com.br/cientifica/documentos/vol12\\_n1\\_2016/5-FERRAMENTA%20DE%20MELHORIA%20CONT%C3%8DNUA%20KAIZEN.pdf](http://revistaunar.com.br/cientifica/documentos/vol12_n1_2016/5-FERRAMENTA%20DE%20MELHORIA%20CONT%C3%8DNUA%20KAIZEN.pdf) Acesso em 13 de setembro de 2020.

PALMER V. S. **Inventory Management Kaizen**, Proceedings of 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology, Austin, 2001.

PIÃO, B. L. F.; SANTOS, M. H. **Sustentabilidade através da TPM (Total Productive Maintenance)**. Rio Grande do Sul; Outubro 2012. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012\\_TN\\_STP\\_167\\_970\\_19830.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STP_167_970_19830.pdf)  
Acesso em 22 de agosto de 2013

PINTO, D. **Os 8 pilares da TPM**. Janeiro 2017. Disponível em: <https://estudosmecanicos.blogspot.com/2017/01/os-oito-pilares-da-tpm.html>  
Acesso em 21 de fevereiro de 2020.

RIBEIRO, H. **Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total**. Banas Report, EPSE, São Paulo, 2004.

SHIROSE, K. **TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries**. Tóquio: JIPM, 1996.

SINDICERV. **O mercado cervejeiro do Brasil em números**. Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/>. Acesso em 21 de fevereiro de 2020.

SINGH H. B.; BHATTI R.; JAIN A. - **Total Productive Maintenance(TPM) Implementation Practice – A literature review and practice** - International Journal of Lean Six Sigma, 2014, Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLSS-06-2013-0032/full/html>  
Acesso em 13 de setembro de 2020.

SOBRAL, L. **Os países que mais bebem e produzem cerveja**. Revista Exame. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/economia/noticias/os-paises-que-maisbebem-e-produzem-cerveja>. Acesso em 21 de setembro de 2020.

SUZUKI, T. **New Directions for TPM**. Productivity Press, Cambridge, USA, 1992.