

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
ENGENHARIA MECÂNICA

CARLOS AUGUSTO MORESCO

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA A REDUÇÃO DE QUEBRA DE
GARRAFAS EM UMA LINHA DE ENVASE DE CERVEJA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA
2019

CARLOS AUGUSTO MORESCO

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA A REDUÇÃO DE QUEBRA DE
GARRAFAS EM UMA LINHA DE ENVASE DE CERVEJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, do departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Me. Nelson Ari Canabarro de Oliveira.

PONTA GROSSA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA A REDUÇÃO DE QUEBRA DE GARRAFAS EM UMA LINHA DE ENVASE DE CERVEJA

por

CARLOS AUGUSTO MORESCO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 2 de dezembro de 2019 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.

Prof. Me.Nelson Ari Canabarro de Oliveira
Orientador

Prof. Dr.Oscar Regis Junior
Membro Titular

Profa. Ma.Heliety Rodrigues Borges Barreto
Membro Titular

Prof.Dr. Marcos Eduardo Soares
Responsável pelos TCC

**Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos de
Carvalho**
Coordenador do Curso

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar o meu caminho, me dar forças para seguir em frente e enfrentar os momentos difíceis.

Aos meus pais, Odelir e Mariza, pelo suporte, amor e apoio em todos os momentos, e à minha irmã Daniele, pela companhia e carinho. Sou muito grato à família que tenho, amo vocês!

Aos amigos e parceiros de jornada que estiveram presentes nos bons e maus momentos da universidade, e que sem dúvida contribuíram muito para eu chegar até aqui.

À minha namorada Letícia, que esteve presente como peça fundamental em minha vida no último ano e me forneceu suporte quando mais precisei.

E por fim, a toda equipe docente e demais colaboradores da UTFPR, pelos ensinamentos prestados e pela contribuição ao longo de todos esses anos de graduação.

RESUMO

MORESCO, Carlos Augusto. **Aplicação do Ciclo PDCA para a Redução de Quebra de Garrafas em uma Linha de Envase de Cerveja**. 2019. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

A redução dos custos de produção e dos desperdícios têm se tornado cada vez mais relevantes para as empresas se manterem competitivas no mercado e aumentarem suas lucratividades, sendo fatores cada vez mais buscados, principalmente no setor de bebidas. Diante disso, os métodos de melhoria contínua se mostram muito eficazes na gestão dos processos e, conseqüentemente, na diminuição de custos, possuindo fundamental importância para o alcance e manutenção de bons resultados. O presente trabalho tem por objetivo reduzir a quebra de garrafas retornáveis de um litro na cervejaria onde foi aplicado, item de significativa relevância dentre os custos variáveis da linha de envase em questão, e que apresentava um histórico negativo por diversos meses, sendo um problema recorrente na cervejaria. Para isso, adotou-se uma abordagem quantitativa nesse estudo de caso, e aplicou-se o Método PDCA juntamente com algumas ferramentas da qualidade, para possibilitar o entendimento do problema e o planejamento de ações de tratamento. Após a execução das ações propostas, obteve-se uma redução de 66,7% no indicador, superando a meta em 20%, saindo de um cenário de quebra média de uma a cada 84 garrafas, para uma a cada 247 garrafas. Concluiu-se que as alterações na forma de medir e gerir o indicador surtiram resultados positivos, ao passo em que o cumprimento das boas práticas operacionais apresentou relação direta com a redução do número de quebras, comprovando a importância das mesmas para a companhia.

Palavras-chave: Quebra de garrafas. Redução de custos. Linha de produção. Envase de cerveja. Melhoria contínua.

ABSTRACT

MORESCO, Carlos Augusto. **PDCA Cycle Application for Bottle Breaking Reduction in a Beer Filling Line**. 2019. 61p. Undergraduate Thesis (Bachelor in Mechanical Engineering) – Federal Technology University – Paraná. Ponta Grossa, 2019.

The reduction of production costs and waste have become increasingly relevant for companies to remain competitive in the market and increase their profits, being more and more sought, especially in the beverage industry. Given this, continuous improvement methods are very effective in process management and consequently in cost savings, having fundamental importance for achieving and maintaining good results. This paper aims to reduce the one-liter-returnable bottle breaking in the brewery where it was applied, an item of significant relevance among the variable costs of the filling line in question, which had a negative history for several months, being a recurring problem in the brewery. To do so, a quantitative approach was adopted in this case study, and the PDCA Method was applied along with some Quality tools, to enable the problem understanding and the planning of treatment actions. Following the implementation of the proposed actions, a reduction of 66.7% in the indicator was achieved, exceeding the target by 20%, moving from a scenario of an average break of one in 84 bottles to one in 247 bottles. It was concluded that changes in measuring and management of the indicator produced positive results, while meeting good operational practices was directly related to the reduction in the number of failures, proving their importance to the company.

Keywords: Bottle breaking. Cost savings. Production line. Beer filling. Continuous improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas do Ciclo PDCA.	16
Figura 2 – Detalhamento das etapas do Ciclo PDCA.	19
Figura 3 – Gráfico de Pareto.	20
Figura 4 – Diagrama de Ishikawa.	21
Figura 5 – Folha de verificação de produtos defeituosos.	22
Figura 6 – Exemplo de histograma.	23
Figura 7 – Síntese das etapas do envasamento de cerveja.	25
Figura 8 - Índice de Quebra Maquinário até março.	35
Figura 9 – Caminho das garrafas na linha de produção.	36
Figura 10 – Aderência aos GOPs no primeiro trimestre.	38
Figura 11 – Folha de fechamento da linha 502.	40
Figura 12 – Resultados da Quebra Maquinário até junho.	42
Figura 13 – Pareto dos trechos com maior número de quebra.	43
Figura 14 – Diagrama de Ishikawa da Quebra Maquinário.	44
Figura 15 – Inclusão dos campos de devolução na folha de fechamento	50
Figura 16 – Protótipo da nova mesa de garrafas rejeitadas.	51
Figura 17 – Copos da Lavadora de Garrafas.	53
Figura 18 – Evolução da Quebra Maquinário no ano de 2017.	54
Figura 19 – Acumulado da Quebra Maquinário em diferentes períodos.	55
Figura 20 – Relação entre os GOPs e a Quebra Maquinário.	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados de Quebra Maquinário até março.	34
Quadro 2 – 5W1H da Quebra Maquinário.	45
Quadro 3 – Planilha de acompanhamento diário de quebra com faltantes.	48
Quadro 4 – Dados de quebra e produção anual.	56

LISTA DE SÍMBOLOS

5W1H – O que, quando, onde, quem, por que, como (What, When, Where, Who, Why, How).

6M – Material, Máquina, Mão de obra, Medida, Meio Ambiente, Método.

DEV – Devoluções.

DPL – Despaletizadora.

ECH – Enchedora.

GF – Garrafas Faltantes.

GOP – Boas Práticas Operacionais (Good Operational Practices)

PDCA – Planejar, Executar, Checar, Agir (Plan, Do, Check, Ac).

PAL – Paletizadora.

PL – Produção Líquida.

UIP – Unidade de Inspeção Eletrônica.

ROT – Rotuladora.

QM – Quebra Maquinário.

QP – Quebra Proposital.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 OBJETIVO GERAL.....	13
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 CICLO PDCA	15
2.1.1 <i>Plan</i>	16
2.1.2 <i>Do</i>	17
2.1.3 <i>Check</i>	17
2.1.4 <i>Act</i>	18
2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	19
2.2.1 Gráfico de Pareto	20
2.2.2 Diagrama de Causa e Efeito	21
2.2.3 Folha de Verificação.....	22
2.2.4 5W1H	23
2.3 ENVASAMENTO DA CERVEJA	25
2.4 QUEBRA DE GARRAFAS.....	27
3. METODOLOGIA	31
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	31
3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	31
3.3 COLETA DE DADOS	32
3.4 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO	32
4. DESENVOLVIMENTO	34
4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	34
4.2 PLANEJAMENTO DAS AÇÕES INICIAIS.....	38
4.3 EXECUÇÃO DAS AÇÕES INICIAIS	39
4.4 VERIFICAÇÃO DOS PRIMEIROS RESULTADOS	41
4.5 ANÁLISE DA CAUSA RAIZ E PLANOS DE AÇÃO	43
4.6 EXECUÇÃO DOS PLANOS DE AÇÃO	46
4.6.1 Análise da Quebra Maquinário nas Reuniões.....	46
4.6.2 Controle de Garrafas Faltantes.....	47

4.6.3	Separação das Garrafas de Devolução	48
4.6.4	Criação da Mesa de Rejeitos do Inspetor	51
4.6.5	Troca da câmera 1 e vidro do Inspetor Eletrônico	52
4.6.6	Manutenção na Lavadora de Garrafas.....	52
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
5.1	EVOLUÇÃO DA QUEBRA MAQUINÁRIO	54
5.2	RELAÇÃO GOPS X QUEBRA MAQUINÁRIO	56
6.	CONCLUSÃO.....	58

1. INTRODUÇÃO

A atual situação do mercado econômico e a acirrada competitividade entre as organizações, sempre em busca de melhores resultados, faz com que as empresas se adequem a um exigente padrão de qualidade global. Sendo assim, um eficaz sistema de gestão é de suma importância para a manutenção do sucesso de uma companhia, garantindo o controle de seus processos, a qualidade de seus produtos, e um rigoroso gerenciamento dos gastos.

Através do desenvolvimento e do aumento da produtividade das indústrias, a gama de produtos a disposição do consumidor se tornou muito ampla, e uma vez que o consumidor passou a ter em mãos o poder de decisão, a flutuação do preço dos produtos diminuiu e este passou a ser fixado pelo mercado, principalmente no setor de bens de consumo não-duráveis, como é o caso do ramo de bebidas. Dessa forma, a redução nos custos de produção é uma das principais variáveis para aumentar a lucratividade de uma empresa, estando diretamente relacionada com a diminuição de perdas e desperdícios, entendidos como toda atividade que dentro de um sistema de produção não acrescenta valor ao produto final.

Devido à necessidade de as organizações reduzirem cada vez mais seus custos e gastos desnecessários para se manterem competitivas no mercado, a busca pela melhoria contínua se tornou constante e indispensável para o alcance de bons resultados, através do aperfeiçoamento de seus produtos e de seus processos.

Frente a esse cenário, a aplicação de metodologias e programas de melhoria são frequentemente utilizadas para se obter a otimização das atividades industriais. Este trabalho descreve a implantação da metodologia PDCA a fim de buscar soluções para a redução de um indicador com significativa representatividade dentre os custos variáveis da cervejaria em que o projeto foi executado: a quebra de garrafas.

1.1 PROBLEMA

As perdas de matéria-prima, de produto semiacabado e de produto acabado, geralmente ocorrem devido a anomalias no processo produtivo, sendo, portanto,

ineficiências do processo. O custo dessas ineficiências não pode afetar o preço do produto final para o consumidor, sendo arcado inteiramente pela empresa.

A quebra de garrafas, principalmente em uma linha de envase de garrafas retornáveis, onde estas seriam reutilizadas por diversas vezes, gera um custo desnecessário, bem como os problemas oriundos dessa quebra, como a parada de equipamentos, por exemplo, afetando os indicadores financeiros da empresa. Sendo assim, é possível identificar falhas no processo e tratá-las, reduzindo os números e melhorando a gestão de quebra de garrafas?

1.2 JUSTIFICATIVA

É essencial para todas as empresas, que ocorram aprimoramentos na eficiência dos processos com o intuito de diminuir, eliminar ou prevenir as perdas. A sobrevivência e o destaque dessas empresas dependem, em grande parte, dos processos de identificação e mensuração dos desperdícios.

Apesar de quebras de garrafas serem normais em uma cervejaria de grande porte, uma vez que são diversas as causas que podem ocasioná-las, os números na cervejaria em que este trabalho foi realizado estavam muito acima do valor considerado normal, quando comparados aos números de outras filiais da mesma companhia, impactando várias áreas.

Por conseguinte, a aplicação do Ciclo PDCA e de outras ferramentas da qualidade podem apontar o caminho para se alcançar melhores resultados a partir da redução desse indicador, minimizando os impactos negativos desse item e buscando sempre identificar oportunidades de melhorias, visando alcançar um patamar de excelência.

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é reduzir o número de quebra de garrafas, mais especificamente o indicador Quebra Maquinário, em uma linha de envase de cerveja em garrafas retornáveis de 1 L, através da aplicação do Ciclo PDCA e de outras ferramentas da qualidade.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Identificar falhas no processo e pontos críticos, estratificando a quebra trecho a trecho;
- II. Implementar um Plano de Ação;
- III. Aplicar as ferramentas da Qualidade do PDCA para executar o Plano de Ação.
- IV. Analisar criticamente os resultados obtidos com a execução das ações.
- V. Padronizar as melhorias obtidas como resultado desse trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CICLO PDCA

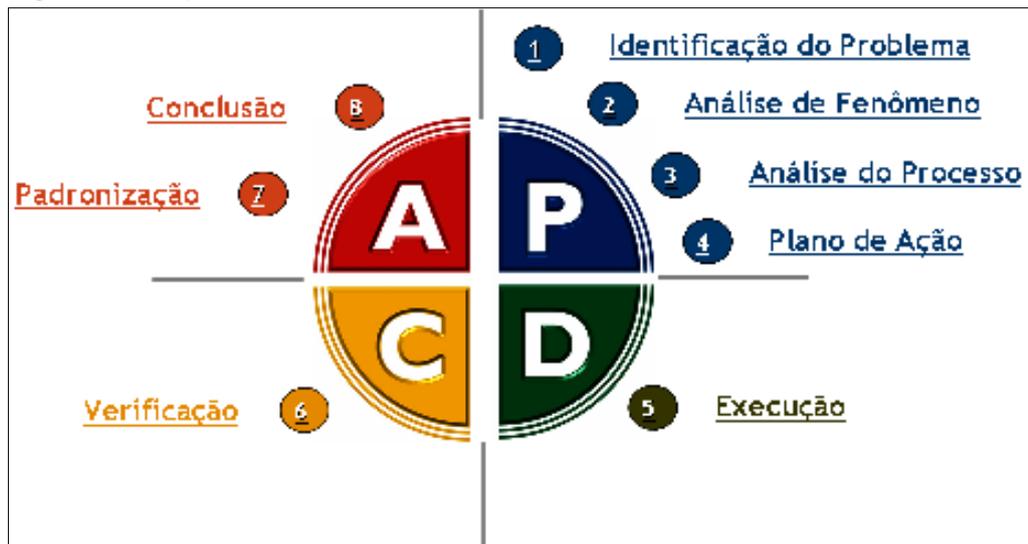
O Ciclo PDCA, também conhecido como Método de Melhorias PDCA, é uma ferramenta de melhoria contínua que foi originalmente desenvolvida na década de 1930 pelo estatístico *Walter A. Shewhart*, e define-se como um ciclo estatístico de controle dos processos, cuja função básica é auxiliar no diagnóstico, análise e tratamento dos problemas organizacionais, podendo ser aplicado a qualquer tipo de processo ou problema, sendo extremamente útil na solução desses problemas (QUINQUIOLO, 2002).

O método ganhou popularidade na década de 1950, através dos trabalhos desenvolvidos pelo estatístico Willian E. Deming no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, que o aplicou de forma sistemática dentro dos conceitos da Qualidade Total. Deming, após aprimorar o trabalho original de Shewhart, nomeou o método desenvolvido como *Shewhart PDCA Cycle*, em honra ao seu mentor original (DEMING, 1990).

Esse método foi desenvolvido para ser utilizado como uma ferramenta dinâmica e ininterrupta, onde a conclusão de uma volta no ciclo irá resultar no início do próximo ciclo, e assim sucessivamente. Sendo uma ferramenta de melhoria contínua, o processo sempre pode ser reanalisado, utilizando-se do conhecimento obtido em sua aplicação anterior para se iniciar um novo processo de mudança (CAMPOS, 2014).

Segundo Campos (2004), o PDCA é o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais, e a sigla que compõe o nome do método, PDCA, advém das letras iniciais das suas quatro etapas principais em seu idioma de origem: *Plan, Do, Check e Act*, que traduzidas para o português significam: Planejar, Executar, Verificar e Atuar. A Figura 1 ilustra as quatro etapas do Ciclo PDCA, bem como os principais pontos de cada etapa, que serão apresentados detalhadamente na sequência.

Figura 1 – Etapas do Ciclo PDCA.



Fonte: Peters, 1998

2.1.1 Plan

A etapa Planejamento (P) consiste na identificação do problema, para que este seja bem definido e esclarecido, para que se possa estabelecer um planejamento envolvendo objetivos e ações com metas quantificáveis, e também na definição dos métodos, ferramentas e estratégias que serão utilizadas para se alcançar os objetivos propostos. Esse módulo pode ser considerado como o mais importante, por ser o início do ciclo, sendo crucial para a eficácia das próximas etapas, pois somente um planejamento bem elaborado irá fornecer as informações e dados necessários para o sucesso das etapas restantes do método (NEVES, 2007).

Os métodos para se atingir os objetivos, segundo Campos (2004), podem ser procedimentos padrões, planos de controle, ou sequências de ações no geral que levem ao cumprimento das metas pré-estabelecidas, que serão tão mais fáceis de serem atingidas quanto melhor for o planejamento. Werkema (1995) menciona que a fase de planejamento geralmente é a mais complexa e que exige maiores esforços, e que quanto maior for o número de informações utilizadas, maior será a necessidade do emprego de ferramentas apropriadas para a coleta e processamento destas, mas ao mesmo tempo maior será a eficácia e resultado do ciclo.

Para que a fase do planejamento seja bem-sucedida dentro dos módulos do Ciclo PDCA, Campos (2004) e Melo (2001) elencam cinco etapas que devem ser

seguidas, que são: localizar o problema; estabelecer a meta; analisar o fenômeno; analisar o processo (causas prováveis do problema); e elaborar plano de ação. Para tanto, diversas ferramentas da qualidade se fazem úteis, como por exemplo o *brainstorming* para localizar o problema, o Gráfico de Pareto e a Folha de Verificação na análise do fenômeno, o Diagrama de Ishikawa (também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito) para análise do processo, o 5W1H na elaboração do plano de ação, entre outras (CAMPOS, 2004; MELO, 2001).

2.1.2 Do

A etapa Execução (D) é a etapa onde serão realizadas as ações de acordo com o que foi estabelecido no plano da etapa anterior, seguindo o procedimento operacional padrão exatamente como o previsto e, portanto, requer um plano de ação bem estruturado. Antes do início da execução, para que esta saia conforme o esperado, deve-se educar e treinar todas as pessoas envolvidas no processo. É neste passo que ocorre a coleta dos dados para que possa ocorrer a verificação na etapa seguinte do ciclo (NEVES, 2007).

De acordo com Campos (2004), a fase *Do* pode ser subdividida em duas etapas principais: a etapa de treinamento e a de execução das ações. No treinamento, a divulgação do plano deve ser feita a todos os funcionários envolvidos por meio de reuniões participativas, onde serão apresentadas detalhadamente as tarefas e a razão das mesmas, bem como os responsáveis por cada uma delas. Após a divulgação e compreensão do plano por parte dos envolvidos, segue-se a etapa de execução do plano de ação proposto, onde devem ser feitas verificações periódicas das ações, e tomado registro de todos os dados com as datas em que foram obtidos, para alimentar a etapa seguinte do método.

2.1.3 Check

A verificação (C) é a fase onde serão checadas as ações executadas na etapa anterior, comparando-se os dados obtidos com a meta planejada. Assim sendo, para que essa verificação possa ser realizada de forma eficaz, é imprescindível que as

ações sejam monitoradas e formalizadas de maneira adequada, possuindo um sistema de *follow up* padronizado, a fim de que todos os resultados sejam relatados (NASCIMENTO, 2011).

Nessa fase, é de fundamental importância a utilização de uma metodologia estatística a fim de minimizar os erros e economizar tempo e recursos. Serão comparados os resultados das ações com a meta estipulada, e a análise desses dados indicará se o processo adotado está de acordo com aquilo que foi planejado (NEVES, 2007).

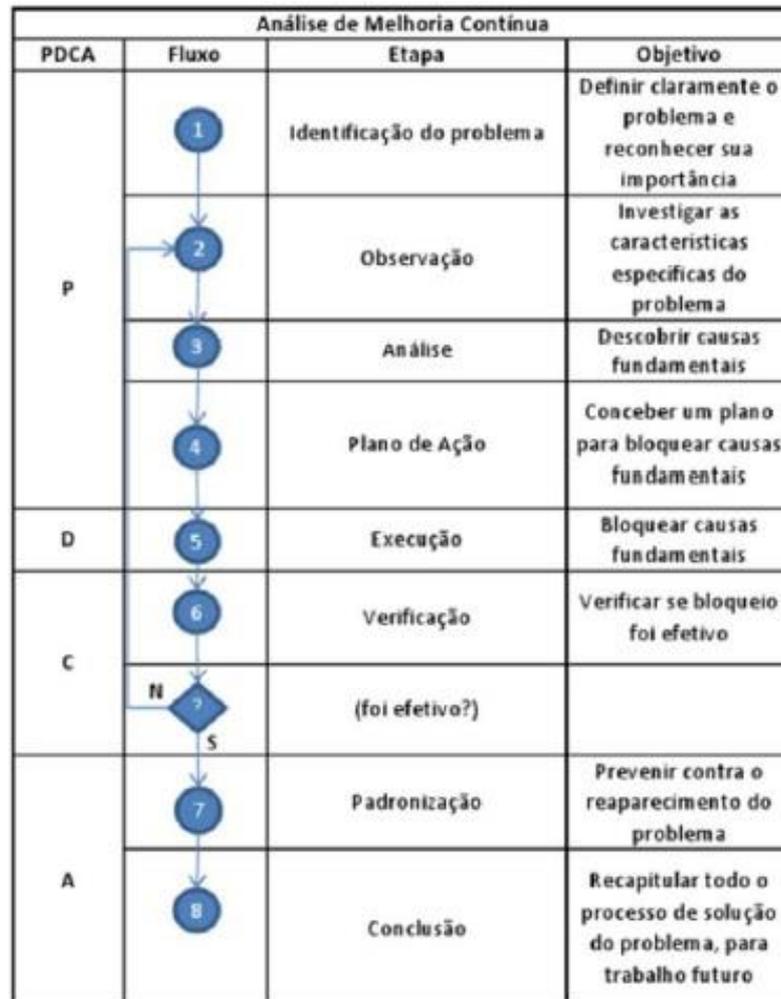
Para melhor organizar essa etapa, Melo (2001) propõe uma subdivisão em três fases: comparação dos resultados, comparando os dados antes e após a tomada das ações, através dos relatórios de *follow up*; listagem dos efeitos secundários, uma vez que as ações executadas podem acarretar efeitos secundários negativos ou positivos à organização; e a verificação da continuidade ou não do problema, para certificar-se de que as ações surtiram efeito e sanaram o problema, ou para reiniciar o ciclo quando os efeitos indesejáveis continuarem ocorrendo, definindo novas ações para solucionar o problema.

2.1.4 Act

A última etapa Atuação (A) é caracterizada pela padronização das ações executadas que geraram resultados positivos, visando sempre a melhoria contínua. Esse processo de padronização consiste na elaboração de um novo padrão ou na alteração de um já existente, onde deve-se contemplar alguns pontos fundamentais na sua estruturação, como o que deverá ser feito, quem será o responsável por determinada atividade, quando ela deve ser feita, qual o local, de que maneira a tarefa deve ser executada, e principalmente indicar qual a importância da execução de cada atividade (ANDRADE, 2003; MELO, 2001).

Um resumo do passo a passo do fluxo do Ciclo PDCA, subdividido em oito etapas, contendo o objetivo de cada uma delas, pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Detalhamento das etapas do Ciclo PDCA.



Fonte: Campos, 2004

2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Segundo Gomes (2006), as ferramentas da qualidade atuarão como ferramentas de coleta e processamento de informações, visando por meio do ataque à causa, extinguir e coibir o aparecimento de problemas. Tais ferramentas passam a ser úteis quando há o domínio delas pelas pessoas da organização, contribuindo com informações necessárias para o gerenciamento de processos e permitindo a tomada de decisões confiáveis, baseadas em fatos e dados, demonstrando a eficácia dos processos da organização e apoiando a direção na resolução de problemas, conforme mencionado também por Mariani (2005) e Campos (2014).

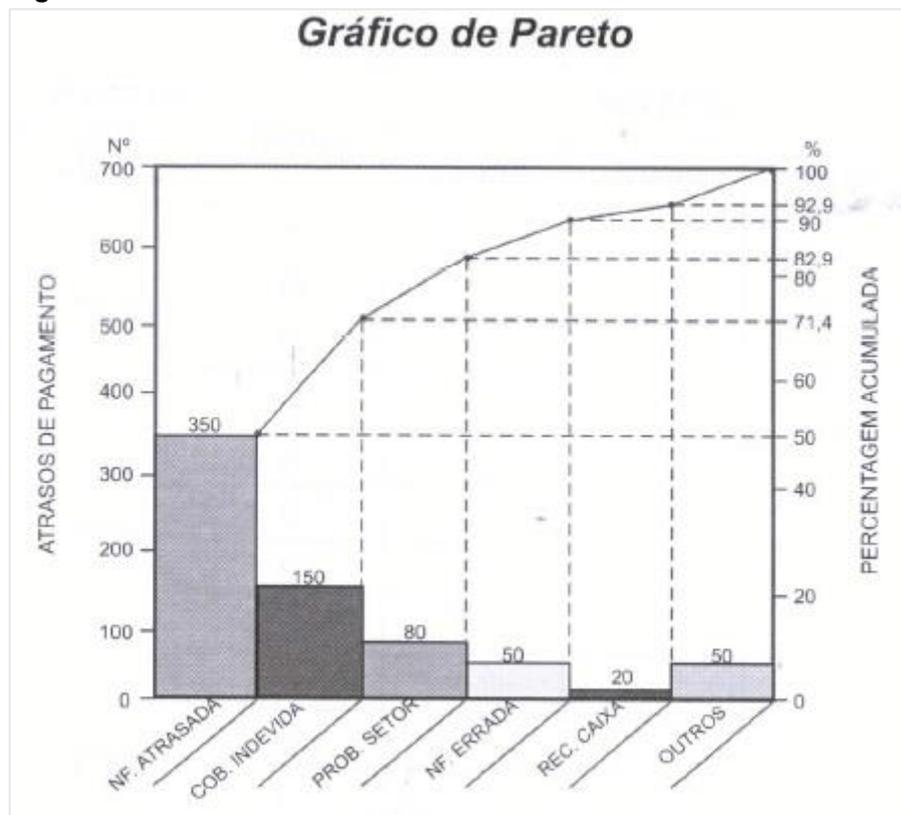
2.2.1 Gráfico de Pareto

O Gráfico de Pareto é uma ferramenta que dispõe a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas. O nome “Pareto” vem de uma homenagem ao economista italiano Vilfredo Pareto, que em seus estudos verificou que 80% da riqueza da Itália estava concentrada nas mãos de 20% da população. Devido a esse fato, essa ferramenta também é conhecida como Regra 80/20, pois estudos identificaram que 80% dos problemas são geralmente causados por 20% dos fatores (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Para MONTGOMERY (2004), o Gráfico de Pareto é uma das ferramentas mais úteis dentre as sete principais ferramentas da qualidade, uma vez que se aplicado corretamente, permite identificar, localizar, propor soluções e reparar os problemas.

Na Figura 3 apresentada a seguir, pode-se observar, representado pelas barras, a frequência dos problemas registrados, isto é, a quantidade de vezes que cada fator gerou problemas, e no eixo da direita observa-se o impacto percentual desses problemas, mostrado de forma acumulada pela linha central.

Figura 3 – Gráfico de Pareto.



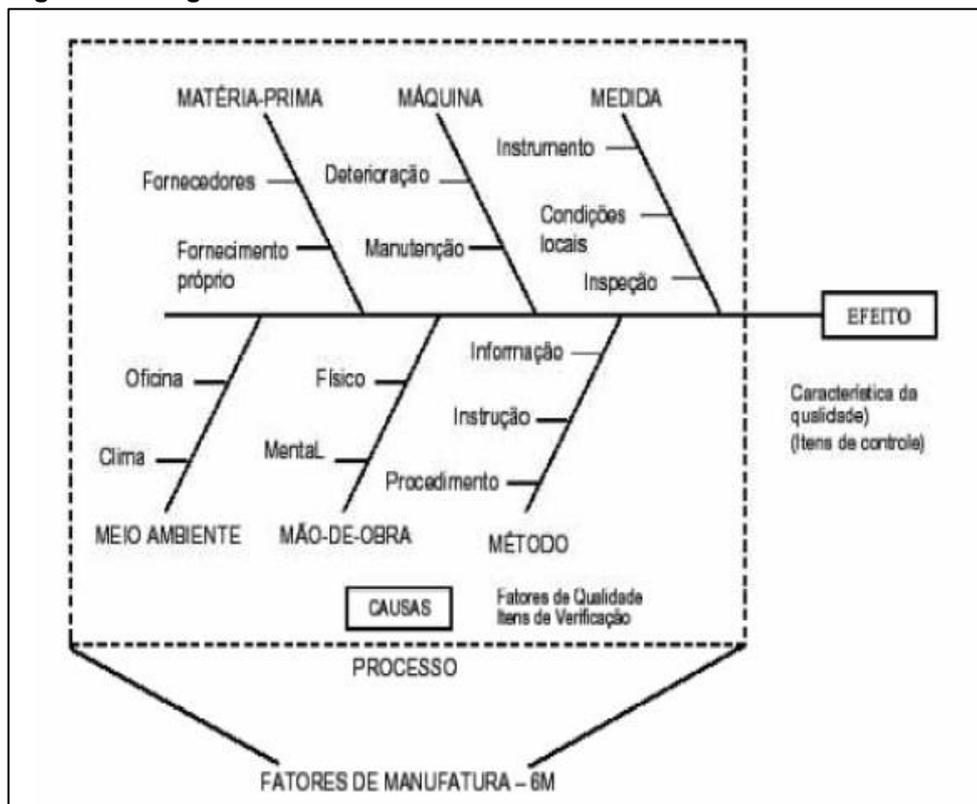
Fonte: Melo, 2001

2.2.2 Diagrama de Causa e Efeito

Segundo Werkema (1995), o Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido por Diagrama de Ishikawa ou Gráfico de Espinha de Peixe (devido ao seu formato), é uma ferramenta utilizada para pesquisar e estruturar raízes de problemas, apresentando a relação existente entre grupos de fatores (causas) com um resultado de um processo (efeito). Para levantar tais causas, é comum a utilização da técnica de *brainstorming* durante as reuniões, também conhecida como tempestade de ideias, cujo objetivo é auxiliar um grupo de pessoas a produzir o máximo de ideias em um curto espaço de tempo.

A construção do diagrama é feita a partir da característica da qualidade ou do problema a ser analisado, e então, adicionado ramificações com as áreas gerais que levam as causas-raízes do problema, baseado no princípio dos 6Ms, que são: Matéria-prima, Máquina, Medida, Meio ambiente, Mão-de-obra e Método. Dessa forma, o intuito é gerar ideias para a resolução dos processos por meio das causas gerais que levam ao efeito (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Figura 4 – Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Campos, 2004

2.2.3 Folha de Verificação

A Folha de Verificação, ou Folha de Controle, é uma ferramenta utilizada para coletar dados de forma organizada e padronizada, visando facilitar o registro e a compilação para posterior análise dos mesmos (WERKEMA, 1995).

De acordo com Montgomery (2004), essa ferramenta é útil para a coleta de dados no processo e no histórico de processo. Ela deve ser bem projetada e preenchida da maneira correta, para garantir que somente informações realmente necessárias serão coletadas, a fim de evitar problemas futuros quanto a aplicação dos dados obtidos nas ferramentas subsequentes. Para isso, as formas de registros devem ser as mais simples possíveis.

Um exemplo de Folha de Verificação pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Folha de verificação de produtos defeituosos.

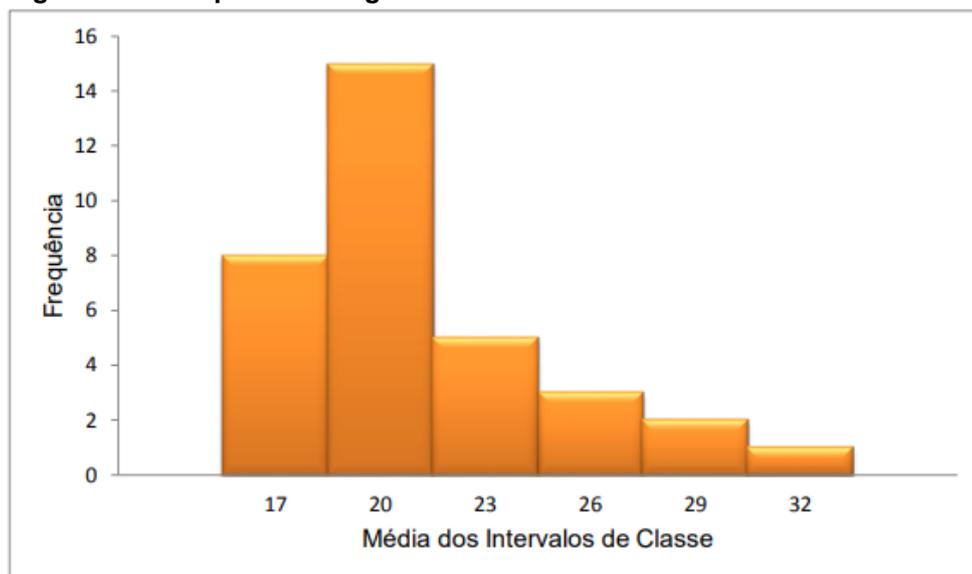
FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTO DEFEITUOSO		
Produto: <u>Lente</u>		
Estágio de Fabricação: <u>Inspecção final</u>		
Tipo de defeito: <u>Arranhão, Trinca, Revestimento Inadequado, Muito Grossa ou Muito Fina, Não Acabada.</u>		
Total inspecionado: <u>1200</u>		
Data: <u>03/01/95</u>		
Seção: <u>INSPROD.</u>		
Inspetor: <u>Augusto Bicalho</u>		
Observações: _____		
Defeito	Contagem	Sub-Total
Arranhão	□□□	12
Trinca	□□□□□□□□□□	41
Revestimento Inadequado	□□□□□□□□□□	55
Muito Grossa ou Muito Fina	□□□	11
Não - Acabada	□	5
Outros	□	3
	Total	127
Total Rejeitado	□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□	90

Fonte: Werkema, 1995

2.2.4 Histograma

Segundo Carpinetti (2012), o histograma é um gráfico de barras verticais que apresenta os valores assumidos por uma variável de interesse, subdivididos em pequenos intervalos. O objetivo dessa ferramenta é demonstrar o padrão de variação dos resultados que são produzidos por um processo sob controle, permitindo o resumo de informações contidas em um grande conjunto de dados, de modo que esses dados possam ser facilmente visualizados e entendidos, e comparando a evolução das classes ao longo do tempo (WERKEMA, 1995).

Figura 6 – Exemplo de histograma.



Fonte: Adaptado de Carpinetti, 2012

2.2.5 5W1H

Para a elaboração de um plano de ação consistente e estruturado, é adequado que se siga uma metodologia. A mais indicada e bastante conhecida é, segundo Campos (2004), a metodologia conhecida como 5W1H, que consiste na elaboração do plano baseado em seis perguntas que definirão sua estrutura, considerando todas as tarefas a serem executadas de forma cuidadosa e objetiva. A nomenclatura desse método deve-se ao fato das perguntas que o compõe iniciarem com as letras W e H no idioma inglês, e elas se apresentam, de acordo com a definição de Melo (2001), da seguinte maneira:

- *WHAT* (O QUE?) – define o que será executado, contendo a explicação da ação a ser tomada;
- *WHEN* (QUANDO?) – define quando será executada a ação, fornecendo um prazo para início e término da ação, ou com que frequência a ação deve ser executada;
- *WHO* (QUEM?) – define o responsável pela ação;
- *WHERE* (ONDE?) – define onde será executada a ação - pode ser um local físico especificado, como um setor da organização, por exemplo;
- *WHY* (POR QUE?) – define a justificativa para a ação em questão;
- *HOW* (COMO?) – define de forma detalhada como será executada a ação.

Através da resposta desses seis tópicos, pode-se proceder a estruturação do plano de ação, de uma maneira clara e detalhada, sendo que o mesmo deverá ser divulgado para todos os envolvidos. Essa técnica facilita também o monitoramento das atividades, podendo-se visualizar o status das tarefas e os responsáveis por elas, bem como demais informações relevantes sobre determinada ação (CAMPOS, 2004).

2.2.6 BENCHMARKING

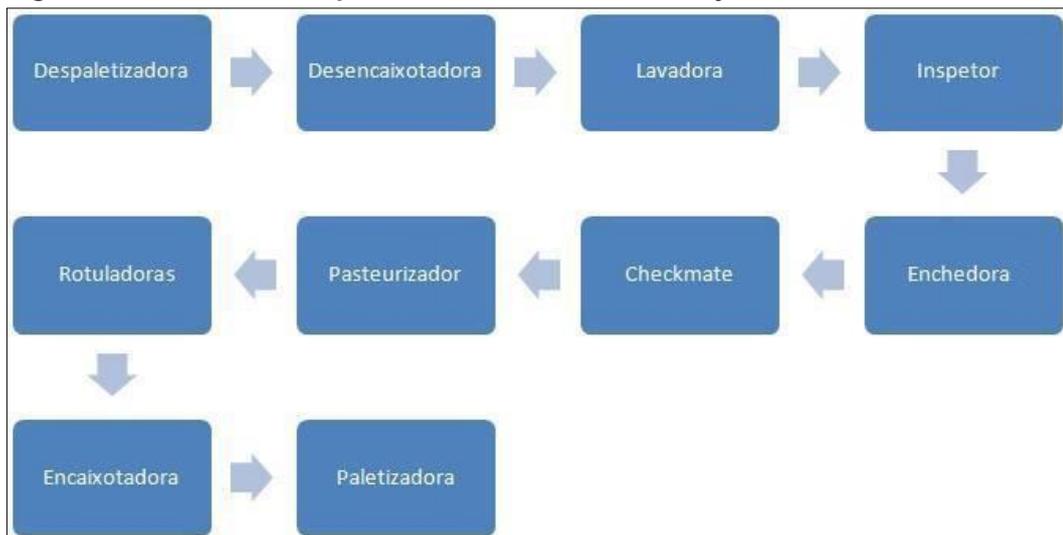
Para Spendolini (1993), o *benchmarking* é definido como um processo contínuo e sistemático para a avaliação de produtos, serviços e processos de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas e resultados, com o intuito de melhoria organizacional.

Conforme complementa Araujo (2001), essa técnica é centrada na premissa de que compreender, analisar e utilizar soluções de uma empresa, seja ela concorrente ou não, diante de um determinado problema, é uma ótima alternativa para a solução dos mesmos, bem como para aperfeiçoar processos organizacionais que outros já utilizaram logrando êxito, e eliminar o antigo processo de aprendizagem por meio de tentativas e erros.

2.3 ENVASAMENTO DA CERVEJA

A seguir será descrito o macroprocesso do envasamento de cerveja, seguindo-se as etapas do envase conforme mostrado na Figura 7. Essas informações foram embasadas na vivência dentro da cervejaria onde foi desenvolvido o projeto e em treinamentos recebidos na cervejaria.

Figura 7 – Síntese das etapas do envasamento de cerveja.



Fonte: Oetterer, 2006

A linha de envase, cujas etapas serão descritas a seguir, foi projetada para garrafas de vidro retornáveis de 1 L, sendo abastecida por garrafeiras, novas ou reutilizadas, contendo 12 garrafas cada.

O processo inicia-se pela etapa de despaletização, onde paletes contendo cinco camadas de dez garrafeiras são transportados com o auxílio de empilhadeiras, e deixados no transporte que segue até a Despaletizadora, que irá desfazer as camadas através das garras do equipamento. Na sequência, o paletão agora vazio segue para um equipamento que inspeciona por pressão se as condições do mesmo estão adequadas para que ele possa ser reutilizado e não venha a quebrar ao ser carregado com garrafeiras contendo garrafas cheias. Caso as condições do paletão estejam adequadas para uso, este seguirá até a área de paletização. Caso contrário, ele é automaticamente guiado para outro transporte para ser descartado ou reparado.

A seguir, as garrafeiras passam por um virador de caixas para ficarem todas na mesma posição e saírem alinhadas nas esteiras do transporte que as guiará até a

Desencaixotadora, onde as garrafas serão retiradas das garrafeiras através de dispositivos de sucção pneumáticos. Essas garrafas são colocadas na esteira que seguirá até a entrada da Lavadora de Garrafas, enquanto que as caixas vazias seguem para a Lavadora de Caixas para então seguirem até a área de encaixotamento.

Na Lavadora de Garrafas, as garrafas passam por vários tanques que contém água, soda e aditivos em diferentes concentrações e temperaturas, assim como extratores de rótulos, com a finalidade de serem retiradas partículas sólidas e impurezas, e esterilizá-las para ficarem prontas para serem envasadas. Para que a etapa de lavagem ocorra de forma ideal, deve-se haver uma combinação adequada de fatores mecânicos, químicos e físicos, bem como o tempo correto de passagem das garrafas pelo equipamento.

Após passarem pela etapa de lavagem, as garrafas passam pelo Inspetor Eletrônico, que possui um sistema de câmeras e de infravermelho que detecta qualquer imperfeição em relação a fundo, parede, bocal, contorno, presença de tampa, resquício de soda, água ou óleos, cor, *scuffing* (raspagem da garrafa) e formato da garrafa. Antes de adentrarem a parte principal da máquina, na saída do Inspetor Eletrônico, as garrafas são direcionadas para um dos três caminhos possíveis, ou seja, elas podem seguir pelo transporte que retorna até a Lavadora para uma relavagem, em casos onde não há danos físicos nas garrafas mas verificou-se presença de alguma impureza que pode ser removida com mais um processo de lavagem; podem ser desviadas para um local onde ficam as garrafas que apresentam defeitos no bocal e que não podem ser reaproveitadas, devendo ser retiradas manualmente para serem devolvidas à Logística; e podem seguir pelo transporte que as leva até a enchedora, quando não apresentam nenhum defeito.

Na enchedora, ocorre o enchimento das garrafas com a cerveja, passando logo em seguida por um jato de água pressurizada e esterilizada para causar a formação de espuma e expelir o oxigênio restante na garrafa, sendo arrolhadas na sequência. Ao saírem da enchedora, as garrafas passam por um banho de água para a retirada da cerveja que ficou em seus exteriores, e então passam por um sensor denominado *Checkmat*, que verificará se o nível de enchimento está dentro das especificações e se a garrafa foi arrolhada adequadamente. Caso não atendam a um dos dois critérios, elas são rejeitadas para outro local, para então serem esvaziadas manualmente e destinadas a relavagem.

A próxima etapa ocorre no Pasteurizador, onde as garrafas agora cheias de cerveja sofrerão um tratamento térmico para a eliminação de microrganismos que podem causar alterações de sabor, aroma e turbidez, aumentando assim o prazo de validade do produto final. A temperatura final em que saem as garrafas do Pasteurizador é um ponto de controle importante, uma vez que quanto maior a temperatura da cerveja no interior garrafas, mais pressurizadas elas ficarão e, portanto, ficam mais suscetíveis a estourar, o que oferece risco aos operadores da cervejaria e impacta na quebra de garrafas e perda de extrato.

Na sequência, ocorre a etapa de rotulagem, na qual, para o caso dessa linha de envase, são adicionados rótulos apenas de papel às garrafas, através de duas máquinas chamadas de Rotuladoras, que podem operar simultaneamente com velocidades inferiores à capacidade nominal, ou individualmente em velocidade nominal quando alguma delas está inoperante por alguma razão. Logo após serem adicionados os rótulos, as garrafas passam por mais um sensor que fará a verificação do nível correto de enchimento e da presença de tampa, bem como de defeitos no rótulo, como posicionamento incorreto, danos e problemas na impressão do lote e da validade.

Nas etapas finais da linha de envase, as garrafas chegam até a Encaixotadora, que segue o mesmo princípio de funcionamento da Desencaixotadora, apenas fazendo o processo inverso, colocando as garrafas nas garrafeiras. Estas seguem até a Paletizadora, que formará paletes com cinco camadas de garrafeiras cheias, que seguem até o final do transporte prontos para serem armazenados e posteriormente distribuídos.

2.4 QUEBRA DE GARRAFAS

Desperdício, na visão de Robles Jr. (1996), é a perda a que determinada sociedade é submetida devido ao mau uso de recursos escassos. Esses recursos escassos vão desde material, mão-de-obra e energia perdidos, até a perda de horas de treinamento e aprendizado por parte de uma empresa, devido a fatores como um acidente de trabalho, por exemplo. Portanto, é tudo que não acrescenta valor ao seu produto final.

Seguindo este raciocínio, a quebra de garrafas em uma linha de envase de cervejas é um desperdício que pode ser bastante significativo para uma cervejaria, principalmente em uma linha de garrafas retornáveis, visto que é um dos insumos que possui alto custo se comparado aos demais insumos necessários para a produção do produto final.

Conforme relata Dias (2004), as perdas de matérias-primas e de produtos acabados ou semiacabados, normalmente ocorrem devido a anomalias do processo, que se traduzem em quebras de equipamentos, qualquer tipo de manutenção corretiva, defeitos em produtos, refugos, retrabalhos, insumos fora de especificação, vazamentos de qualquer natureza, paradas de produção por qualquer motivo, erros de previsão de vendas, etc.

O mapeamento das perdas nos processos produtivos de uma empresa é o primeiro passo para que ações de melhorias sejam tomadas. Assim, a estratificação de cada trecho onde ocorrem quebras torna possível a identificação dos pontos de maior impacto e o conhecimento de suas principais origens, possibilitando a priorização na busca de soluções adequadas.

Segundo Ribeiro (2002), ainda é comum se observar em grande parte dos empreendimentos que transformam matérias-primas em produtos ou alimentos, um total descaso com a mensuração de perdas, não levando em consideração as mesmas como um importante ponto para a resolução de diversos problemas financeiros que os mesmos enfrentam.

A quebra de garrafas na cervejaria em que foi realizado o estudo divide-se em três categorias, que são:

- Quebra de Movimentação – quebras que acontecem durante a movimentação dos produtos, principalmente no Armazém, geralmente no transporte por empilhadeiras;
- Quebra Proposital – garrafas expurgadas no Inspetor Eletrônico por apresentarem danos físicos ou outras características que impeçam o aproveitamento das mesmas, como formato de garrafa incompatível (garrafa de marcas concorrentes), por exemplo, sendo devolvidas para a Logística;
- Quebra Maquinário – quebras que ocorrem dentro da linha de produção, nos transportes ou máquinas da linha, podendo ser causadas por *crash* nos

transportes, que é a colisão entre as garrafas causadas por alguma anomalia, gerando o tombamento das mesmas; explosão de garrafas na Enchedora durante a fase de enchimento, devido à pressão interna gerada nas garrafas; explosão de garrafas nos transportes da saída do Pasteurizador, devido à temperatura das garrafas aumentarem sua pressão interna; queda de garrafeiras durante a paletização, caso as camadas do palete não fiquem bem formadas; e demais razões que venham a ocasionar quebras.

A contabilização do número da Quebra Maquinário é feita através da diferença entre o apontamento feito pela Logística da quantidade de garrafas que foram entregues na Despaletizadora e do apontamento feito pelo *Packaging* do número de garrafas que foram paletizadas, descontando-se alguns valores, conforme descrito na Equação 1 a seguir:

$$QM = DPL - QP - DEV - GF - PL \quad (1)$$

Em que:

- *QM* - Quebra Maquinário;
- *DPL* - número de garrafas apontadas na Despaletizadora, provenientes do registro dos sensores que contabilizam quantas garrafeiras passaram por eles, multiplicado pela quantidade de caixas que cada palete possui, devendo ser o mesmo valor do registro da quantidade de paletes que a Logística forneceu, confirmado pelo conferente da Logística;
- *QP* - Quebra Proposital;
- *DEV* – número de garrafas devolvidas à Logística, podendo ser garrafas boas que não foram utilizadas durante aquela produção por qualquer motivo, ou garrafas de marcas concorrentes ou de refrigerante;
- *GF* – número de garrafas faltantes nas garrafeiras. Esse valor é calculado através de uma porcentagem definida diariamente, a partir da verificação feita em algumas garrafeiras de um caminhão transportador, escolhido aleatoriamente pelo *software* de logística da empresa, descontado do valor total de garrafas enviadas para a Despaletizadora;

- *PL* – Produção Líquida, é o número de garrafas apontadas na Paletizadora, através dos sensores que contabilizam cada caixa contendo doze garrafas que seguem para ser paletizadas.

3. METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho classifica-se como pesquisa aplicada quanto a sua finalidade, uma vez que possui interesses práticos e utilizará da pesquisa básica para solucionar problemas reais na cervejaria onde foi realizado.

Quanto ao objetivo, o trabalho caracteriza-se como pesquisa explicativa, pois busca identificar as causas do fenômeno da quebra de garrafas, reunindo um grande número de informações através da coleta de dados, interpretando fatos para levar ao diagnóstico de soluções do problema levantado e descrever as melhorias implementadas.

Em relação a abordagem, classifica-se como quantitativa, uma vez que se baseia em números para validar hipóteses e chegar aos resultados desejados, através da aplicação de ferramentas estatísticas, gráficos e tabelas.

No que se refere ao procedimento técnico, por sua vez, a pesquisa classifica-se como um estudo de caso, uma vez que envolve o estudo profundo do seu objeto de estudo dentro da empresa, permitindo o seu amplo e detalhado conhecimento.

3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa em questão trata-se de uma empresa brasileira fundada em 1999 que se dedica a produção de bebidas, dentre as quais cervejas, refrigerantes, energéticos, chás e sucos, dominando boa parte do mercado de bebidas no Brasil. Possui 32 cervejarias e 100 centros de distribuição direta espalhados pelo país, e emprega mais de 35 mil colaboradores.

A filial na qual este trabalho foi realizado localiza-se na cidade de Ponta Grossa – Paraná. Contando com uma área total de 2,6 milhões de m², a cervejaria possui capacidade de produção de 380 mil hectolitros de bebida por mês, dispendo de quatro linhas de produção, sendo uma delas uma linha de envase em barris de chopp com capacidades de 10L, 30L e 50L; uma linha de envase em garrafas de vidro retornáveis de 1L, a qual foi delimitada como foco de estudo e aplicação deste trabalho; uma linha

de envase em garrafas de vidro retornáveis e não-retornáveis de 600 ml; e uma linha de envase de latas com capacidades de 269 ml e 350 ml.

A cervejaria de Ponta Grossa destaca-se dentre as demais filiais do grupo devido à alta modernização de seus equipamentos, dispondo do que há de mais moderno em termos de tecnologia e de instalações comparáveis aos das maiores e mais eficientes cervejarias do mundo, sendo destaque também no que se refere à ecoeficiência operacional, com maquinários que garantem um menor consumo de energia e água, e tendo 95% da sua matriz calorífica movida por combustível renovável, utilizando como fonte de energia a biomassa de cavaco de madeira e óleo vegetal.

3.3 COLETA DE DADOS

Para a realização do levantamento de dados, utilizou-se informações do acervo empresa, através de consultas em planilhas eletrônicas da *Microsoft Excel*® e no sistema *SAP*® da cervejaria, bem como leituras de gráficos, folhas de verificação, *display* das máquinas da linha de produção, cartas de controle, e conversando com os colaboradores da empresa, incluindo a participação em diversas reuniões dos times de *Packaging*, Engenharia e Logística. Foram coletados dados de janeiro de 2017 até dezembro de 2017.

3.4 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento deste trabalho baseou-se na aplicação do Ciclo PDCA, seguindo-se suas etapas por repetidas vezes, uma vez que se trata de uma ferramenta de melhoria contínua onde o encerramento de um ciclo dá origem ao início de outro.

A etapa inicial do desenvolvimento foi a definição do escopo do trabalho e a seleção dos indicadores para análise e atuação. O indicador selecionado foi a Quebra Maquinário, ficando restrito à linha de garrafas retornáveis de um litro.

Após a seleção do indicador, fez-se necessário o entendimento do problema e da forma de gerir o indicador. Para tanto, foi criado um fluxograma para permitir uma

melhor visualização do caminho percorrido pelas garrafas dentro da linha de produção, possibilitando a realização de um mapeamento de trechos críticos e de possíveis pontos incorretos de registros de informações.

Feito isso, foram planejadas as primeiras ações de controle do indicador, alterando a folha de obtenção dos dados de quebra e treinando a operação para realizar o controle da forma correta. Como resultado das primeiras ações, foram obtidas informações mais precisas e confiáveis, o que permitiu a análise das causas raízes do problema e o planejamento de novas ações assertivas para a redução das quebras.

Na sequência, foram executadas as ações planejadas, contando com o suporte dos times de *Packaging*, Engenharia e Logística. Os resultados das ações foram verificados ao longo dos meses, surtindo efeitos bem positivos, e as modificações e melhorias implementadas foram padronizadas para garantir a manutenção dos bons resultados alcançados.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A formulação do problema foi realizada em conjunto com o gestor da área, após a análise dos indicadores de custos variáveis que mais apresentavam desvio em relação a meta estipulada. Após um levantamento dos dados de quebra de garrafas nas linhas de produção, verificou-se que historicamente o indicador Quebra Maquinário sempre esteve acima da meta, destoando muito dos valores apresentados por outras fábricas da companhia, o que a colocava entre uma das piores filiais em relação a esse indicador. Verificou-se também que o impacto financeiro causado pelo desperdício de garrafas retornáveis foi elevado no ano anterior, justificando a relevância da seleção do indicador.

Desse modo, definiu-se como Quebra Maquinário o indicador a ser tratado, delimitando-se o local de análise como sendo a linha de envase de garrafas de um litro, denominada na cervejaria como Linha 502, por ser a que apresentava maior impacto e por ser a linha a qual o supervisor padrinho do autor era responsável.

Para a definição do cenário inicial e da lacuna entre os resultados e a meta, foram consultados os dados de produção e de quebra totais dos meses de janeiro a março de 2017. Esses dados estão exibidos no Quadro 1.

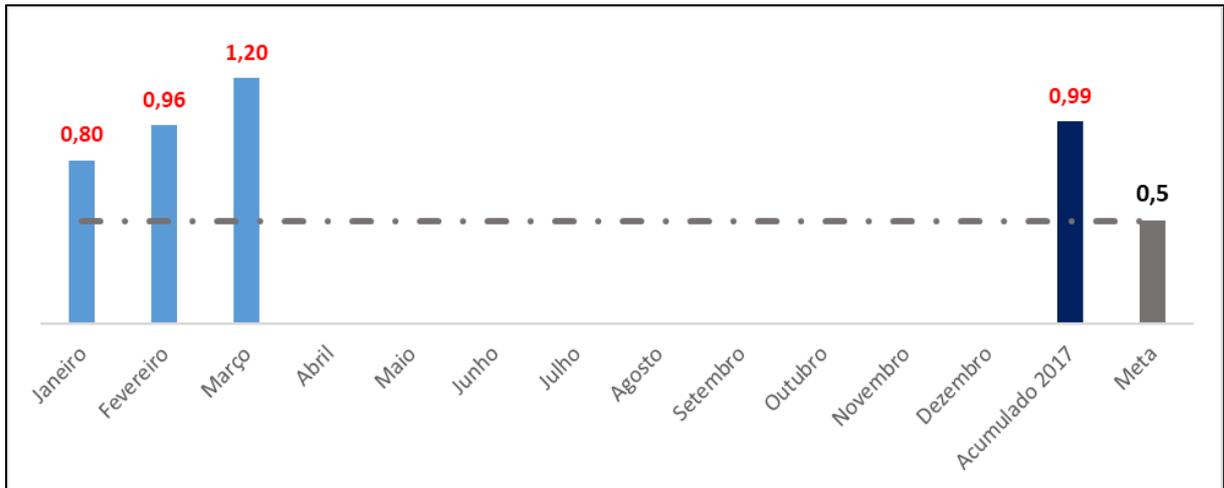
Quadro 1 – Resultados de Quebra Maquinário até março.

Linha 502 - Litro				
Evolução 2017	Janeiro	Fevereiro	Março	Acum. Anual
Quebra Maquinário (%)	0,80	0,96	1,20	0,99
Meta 2017 (%)	0,50	0,50	0,50	0,50
Quebra (un)	45.907	47.624	71.736	165.267
Produção (un)	5.765.844	4.939.512	5.998.500	16.703.856

Fonte: Acervo da empresa, 2017

A partir desses dados, criou-se um gráfico, apresentado no Figura 8, com o intuito de facilitar a visualização dos índices de quebra e a dispersão entre resultado e meta, que será utilizado para acompanhar a evolução do indicador no decorrer do trabalho.

Figura 8 - Índice de Quebra Maquinário até março.

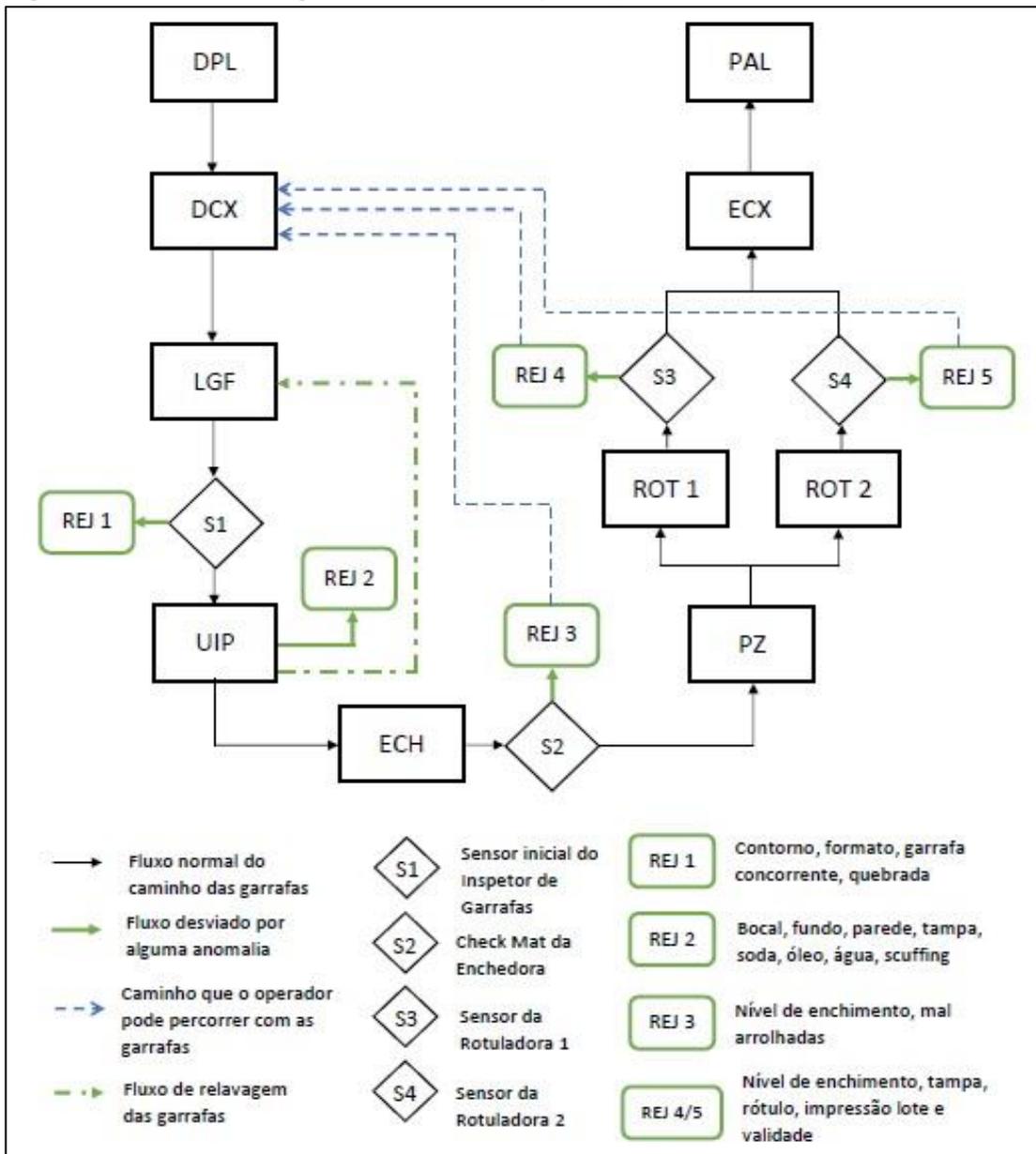


Fonte: Acervo da empresa, 2017

A meta estipulada de Quebra Maquinário para o ano de 2017 era de 0,50%, significando que de todas as garrafas que entrassem na linha de produção em condições de serem envasadas, o número máximo de quebras que poderiam ocorrer era de meio por cento destas. Os dados exibidos na Figura 8 revelam que estes números estavam substancialmente maiores, com um valor acumulado no primeiro trimestre 98% acima da meta e 140% acima no mês de março. Considerando-se que a linha produza durante 22 dias por mês, uma vez que a linha de produção analisada não produz aos domingos e mantêm-se desabastecida uma vez por semana para a realização de limpeza e manutenções nos equipamentos, a perda média era superior a 2.500 garrafas por dia, um número completamente acima do aceitável, especialmente para uma cervejaria com os padrões de qualidade e diferencial tecnológico de maquinário presentes na filial onde realizou-se o estudo.

Para se obter uma maior compreensão acerca do problema, foi realizado, após acompanhamento em campo, um mapeamento em formato de fluxograma, mostrando o caminho que as garrafas podem percorrer dentro da linha de produção e os motivos pelos quais elas podem sofrer desvios do fluxo natural. Esse fluxograma está exibido na Figura 9.

Figura 9 – Caminho das garrafas na linha de produção.



Fonte: Autoria própria

Na figura acima é possível visualizar, além das etapas do ciclo de envasamento, passando por todas as máquinas e sensores, também os locais onde as garrafas podem ser excluídas ou desviadas do ciclo, bem como os caminhos que os operadores percorrem para retorná-las às etapas iniciais. Nesse último caso, isso ocorre pelo fato de as garrafas terem sido desviadas por apresentarem alguma anomalia que não esteja relacionada com a integridade das mesmas, e, desse modo, ainda apresentarem condições de serem utilizadas.

Esses caminhos representados pelas linhas tracejadas, ao contrário dos demais, não acontecem de forma automática, o que significa que as garrafas

desviadas para as mesas de rejeito da Enchedora e das Rotuladoras, representadas pelas caixas REJ 3, REJ 4 e REJ 5, podem ser levadas até a Desencaixotadora ou permanecerem em caixas para posteriormente serem devolvidas à Logística como garrafas boas não utilizadas naquela produção.

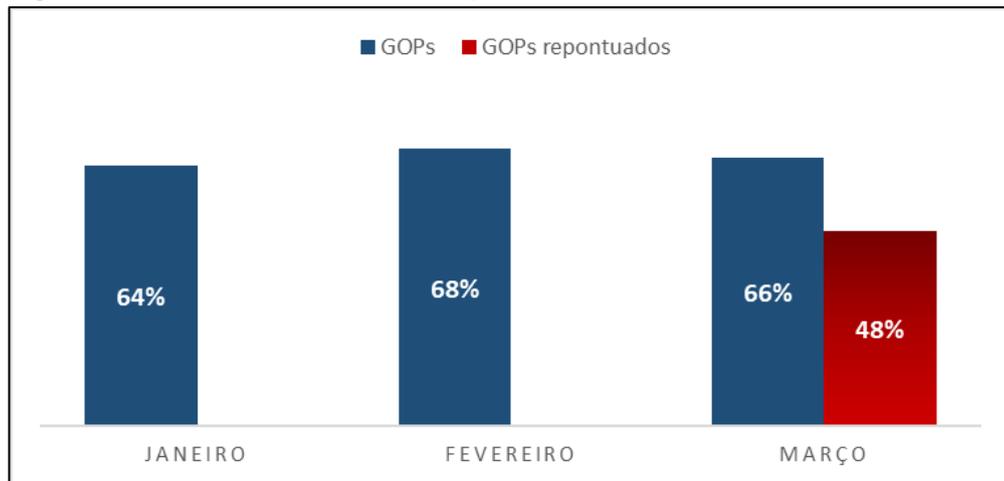
O fluxo de relavagem das garrafas, exibido na Figura XY pela linha traço e ponto, ocorre quando a Unidade de Inspeção Eletrônica (UIP) detecta resquícios indesejados que podem ser removidos com mais um processo de lavagem, redirecionando estas garrafas a um transporte que as leva até a entrada da Lavadora. Nesse processo, é importante ressaltar a importância do papel da Logística na checagem da qualidade das garrafas que são enviadas para envase, posto que em determinadas condições, como excesso de *scuffing*, por exemplo, estas permanecem continuamente no ciclo de relavagem, não sendo envasadas e necessitando remoção e devolução.

Esse mapeamento mostrou-se importante no entendimento das particularidades do processo e de quais controles são necessários para se ter uma boa gestão da quebra maquinário, visto que até então o registro das informações estava sendo feito de maneira incorreta, não fornecendo dados para localizar e quantificar os pontos em que as garrafas estavam sendo perdidas.

Após o maior entendimento do processo, checkou-se a aderência das boas práticas operacionais compartilhadas entre as unidades da companhia, chamadas de GOPs (*Good Operational Practices*). A cervejaria possui um total de 22 GOPs relacionados a quebra de garrafas no *Packaging*, com diferentes pesos de acordo com a relevância em relação ao indicador, e o cumprimento destas boas práticas é de suma importância para o atingimento de bons resultados e da sua gestão correta.

Verificou-se que muitas práticas não estavam sendo cumpridas e que algumas destas estavam sendo registradas como se estivessem. Em vista desse fato, a aderência aos GOPs do mês de março foi reconsiderada, conforme mostra o gráfico da Figura 10, que exhibe a porcentagem de aderência dos meses do primeiro trimestre.

Figura 10 – Aderência aos GOPs no primeiro trimestre.



Fonte: Adaptado de Cervejaria, 2017

As reconsiderações feitas no percentual de cumprimento das boas práticas de março apontaram uma redução de 18% de aderência, uma vez que estavam incorretas as informações relacionadas principalmente quanto à existência de um padrão referenciando como medir a quebra respeitado pelas áreas de *Packaging* e Logística, ao treinamento dos supervisores e da operação neste padrão, ao acompanhamento diário da quebra e à forma de registro dos dados.

4.2 PLANEJAMENTO DAS AÇÕES INICIAIS

Notou-se que a folha de verificação disponível, utilizada nos fechamentos de produção, era composta de muitas informações desnecessárias e que dificultavam a anotação correta das informações, e que a operação não tinha treinamento na forma correta de realizar o corte de produção. Deste modo, os números frequentemente não eram registrados nas folhas de fechamento, e quando eram, dificilmente apresentavam dados confiáveis, impossibilitando a análise da situação.

Também foi verificado que o acompanhamento da quebra não era realizado diariamente e de maneira adequada, valendo-se na maioria dos casos dos valores de produção e envio de garrafas apontados pela Logística, sem considerar as variáveis intermediárias da linha de produção.

Portanto, as ações iniciais propostas foram a modificação da folha de fechamento para o registro de dados confiáveis, a criação de uma nova planilha para

acompanhamento do indicador, a estratificação dos trechos críticos e o treinamento da execução do corte de produção.

4.3 EXECUÇÃO DAS AÇÕES INICIAIS

A primeira ação realizada para possibilitar a investigação mais aprofundada do problema e permitir o gerenciamento do indicador foi a modificação da folha de fechamento de produção, visando garantir uma melhor qualidade dos dados registrados. A folha de fechamento é uma folha de verificação que fica disponível na linha em forma de caderno e contém campos para serem anotados os números exibidos nos *displays* das máquinas e sensores onde passam as garrafas.

Para que os números anotados forneçam informações úteis, é importante que o processo de registro seja feito corretamente, pois se os contadores não forem zerados no momento certo, os números indicados nos equipamentos não farão sentido. O processo do corte de produção e do registro dos dados está descrito na sequência do trabalho.

Após algumas análises, constatou-se que em um primeiro momento seria necessário a simplificação da folha de fechamento, com a remoção de alguns campos e a redução das informações, até que a operação estivesse devidamente treinada e as informações obtidas fossem confiáveis para possibilitar a estratificação dos trechos de maior impacto. O modelo da folha de fechamento criada pode ser conferido na Figura 11.

Figura 11 – Folha de fechamento da linha 502.

Fechamento 502				
Data:		Turno:	Supervisor:	
Produto:		Corte ()	Setup ()	PCM ()
Despaletizadora				
	Paletes	Caixas		
Processadas				
VP Processadas				
Paletizadora				
	Paletes	Caixas		
Processadas				
VP Processadas				
Desencaixotadora				
Processadas (caixas):				
Produzidas Boas (caixas):				
Encaixotadora				
Processadas (caixas):				
Produzidas Boas (caixas):				
Inspetor Eletrônico				
Processadas (gfa's):				
Produzidas Boas (gfa's):				
Rejeito Total:				
Parede:				
Fundo:				
Sensores Adicionais:				
Rotuladoras				
		ROT 1	ROT 2	
Processadas (gfa's):				
Produzidas Boas (gfa's):				
Expulsas (gfa's):				
Devolução Inspetor				
TA (caixas):				
TB (caixas):				
TC (caixas):				
Foi retirado rejeito de Lavadora?				
() SIM		() NÃO		
Quantidade:				
	Quantid.	Índice		
Envio Logística:				
Quebra Proposital (Devolução + Lavadora):				
Apontamento PL Packaging :				
Quebra Maquinário (QM = Despal - QP - PL):				
Envio Processo:				
Enchedora				
Processadas (gfa's):				
Produzidas Boas (gfa's):				
Expulsas (gfa's):				
Houve recontagem? () S () N				
Envio Logística:				
Quebra Proposital:				
Apontamento PL:				
Quebra Maquinário:				
Conferente Logística: _____				
Supervisor Packaging: _____				

Fonte: Adaptado de Cervejaria, 2017

Essa folha de fechamento era utilizada a cada corte de produção, *setup* de diferentes produtos e paradas para manutenção, indicando a quantidade total de garrafas processadas pelas máquinas, a quantidade de garrafas ou caixas que foram rejeitadas por alguma razão, e os dados de produção e quebra totais do dia ou do determinado período.

A realização do corte era feita comunicando-se a área da Logística para que a mesma interrompesse o fornecimento de vasilhames por um curto período de tempo, caso a linha fosse continuar produzindo após esse procedimento, ou a Logística

deveria comunicar que interromperia o abastecimento por outro motivo, que faria a linha ficar sem produzir por um período considerável de tempo. Ao se interromper o fornecimento de vasilhames, cria-se um espaço na linha de produção, e assim é possível saber o momento certo de verificar e anotar na folha de fechamento os números registrados nos contadores de cada máquina, para em seguida zerá-los.

Esse procedimento inicia-se na Despaletizadora, onde o operador marca a quantidade total de caixas que foram processadas pela máquina no momento em que passa a última caixa daquela produção, e em seguida entrega o caderno de fechamento para o operador da próxima máquina da linha, que repete esses passos, até encerrar-se na Paletizadora, indicando a produção líquida, ou seja, a quantidade de caixas cheias que foram paletizadas no período. Para os casos onde o corte é realizado devido ao *setup* de produção de novo produto, o processo de zerar os contadores inicia-se na Enchedora, assim que é envasada a última garrafa com o produto que estava sendo utilizado, seguindo-se das máquinas na sequência da linha, e dando início a contagem de um novo lote a partir do envase da primeira garrafa com cerveja diferente da que se estava produzindo.

Definido o fluxo correto de corte de linha, foi realizado o treinamento da operação dos três turnos e realizadas algumas reuniões de alinhamento entre os times de *Packaging* e Logística para consolidar os detalhes do processo e definir as atribuições de responsabilidade de cada colaborador neste processo.

Com a utilização da nova folha de verificação, fez-se necessária a criação de uma planilha eletrônica no *Microsoft Excel*® para consolidar os dados por ela fornecidos. Essa planilha deveria conter, além das informações presentes na folha, equações para contabilizar a quebra por trechos, que foram separados de acordo com os pontos de desvio das garrafas. Os trechos definidos foram o trecho da Despaletizadora até o Inspetor de Garrafas (DPL–UIP), do Inspetor até a Enchedora (UIP–ECH), da Enchedora até as Rotuladoras (ECH–ROT), e das Rotuladoras até a Paletizadora (ROT–PAL).

4.4 VERIFICAÇÃO DOS PRIMEIROS RESULTADOS

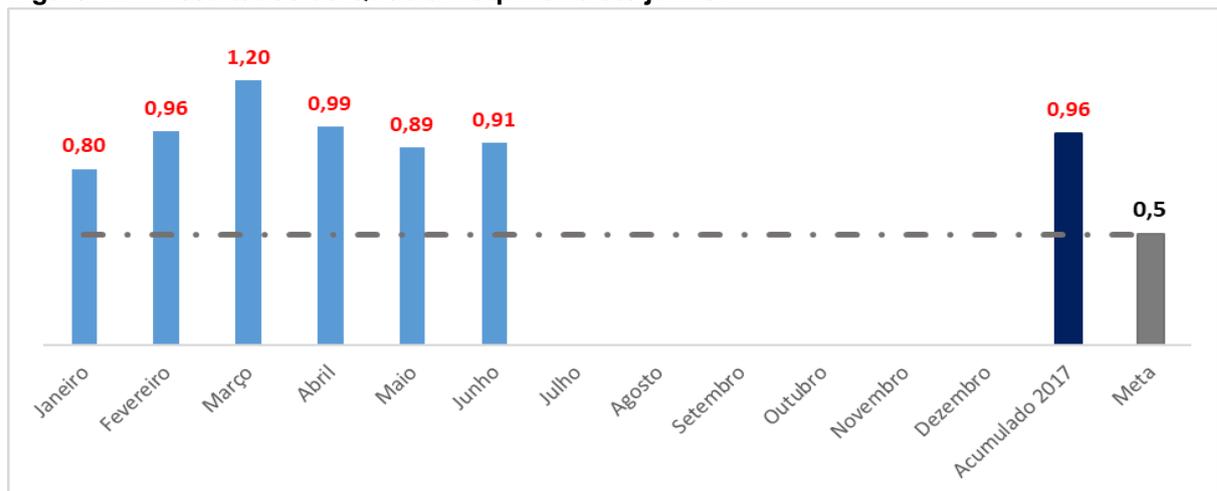
Com a utilização da folha de fechamento nas primeiras semanas, foram identificadas a necessidade de alguns ajustes e melhorias, tanto na folha quanto no

processo de corte e anotação dos dados. Conseqüentemente, ajustes na planilha de acompanhamento também foram necessários.

A principal dificuldade na obtenção dos primeiros dados de estratificação e mensuração da quebra por trechos foi o treinamento da operação, uma vez que a linha opera em três turnos e isso inviabilizava o acompanhamento constante dos operadores durante o procedimento de corte e anotação dos dados. Dessa maneira, muitas folhas de verificação continham informações não condizentes, nas quais os números indicavam trechos onde surgiam garrafas ao invés de serem subtraídas por quebras.

O novo processo e a utilização do caderno de fechamento começaram a ser implementados na quarta semana de abril. Desse modo, o gráfico da Figura 12 traz os resultados da evolução do indicador da quebra maquinário de abril a junho.

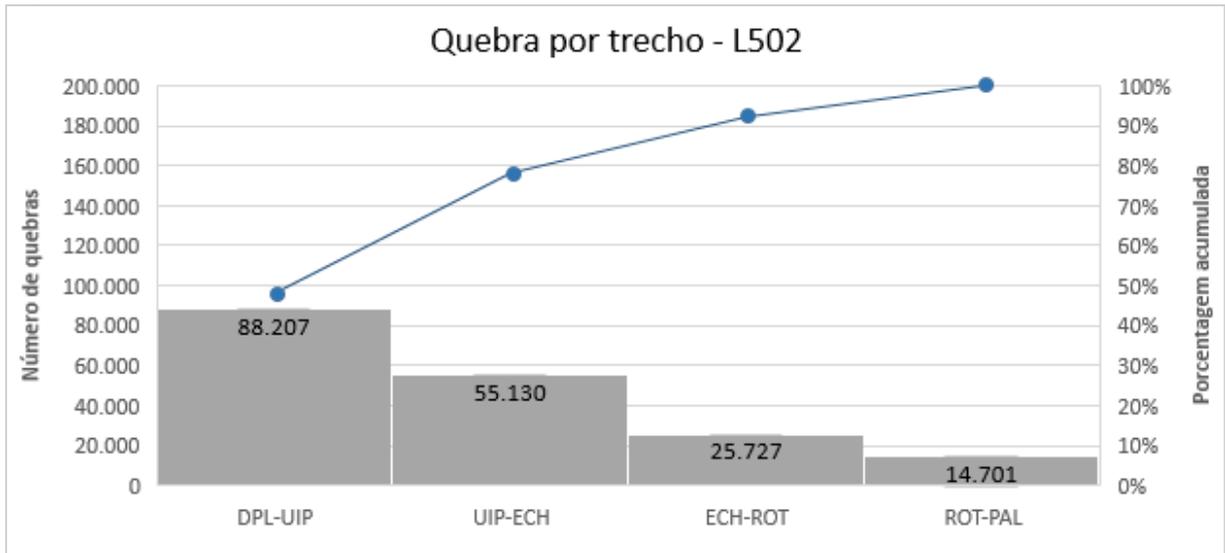
Figura 12 – Resultados da Quebra Maquinário até junho.



Fonte: Acervo da empresa, 2017

Nota-se que não foram obtidas melhoras expressivas na evolução do indicador, apesar da diminuição dos índices em relação ao mês de março, o resultado acumulado anual apresentou uma baixa diminuição, permanecendo muito acima do valor da meta. Entretanto, ao final desse período, a confiabilidade dos dados obtidos e o procedimento de corte apresentaram melhoras significativas, o que possibilitou a estratificação dos trechos críticos, onde foram levantados os valores de quebra por trecho nos meses de abril a junho, conforme mostra o Gráfico de Pareto na Figura 13.

Figura 13 – Gráfico de Pareto dos trechos com maior número de quebra.



Fonte: Adaptado de Cervejaria, 2017

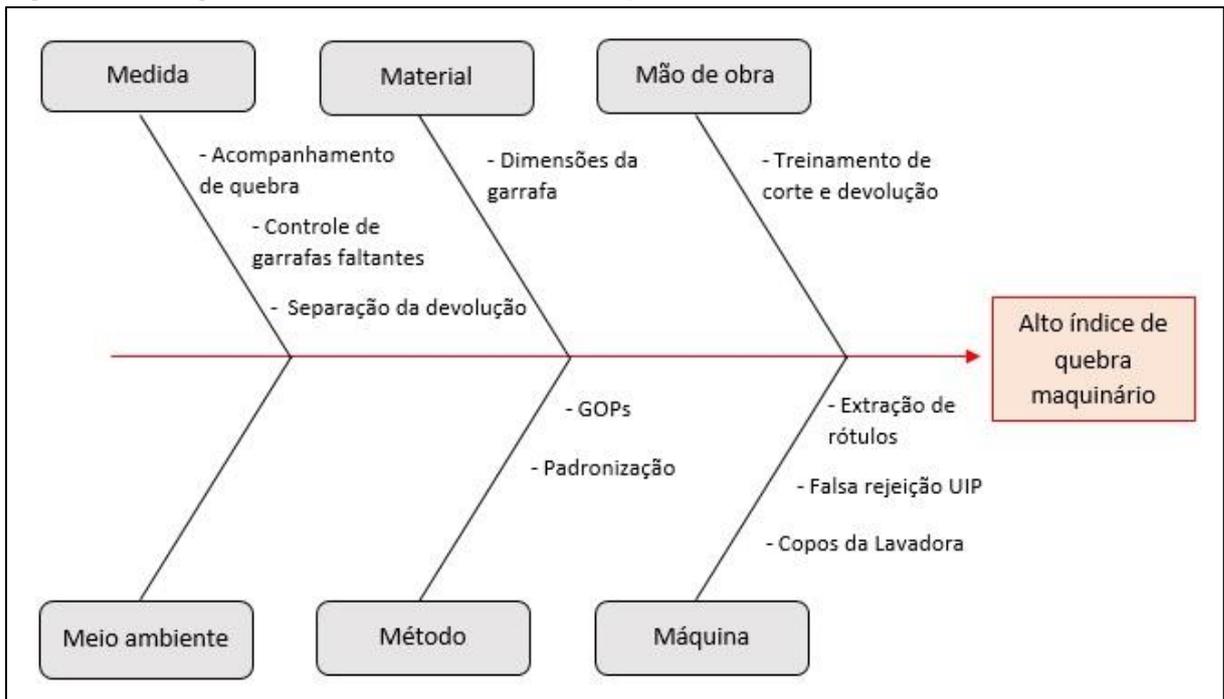
A análise do gráfico nos revela que cerca de 80% das ocorrências aconteceram nos dois trechos que compõem a primeira metade da linha de produção, sendo o mais crítico o da Despaletizadora até o Inspetor de Garrafas, seguido do trecho do Inspetor até a Enchedora.

Essa estratificação nos permitiu definir o foco de atuação dos próximos passos, e todo o conhecimento obtido com as ações e com o acompanhamento dos resultados iniciais geraram um maior entendimento sobre o problema e suas causas, possibilitando tanto a análise quanto o planejamento de ações para o atingimento do objetivo proposto pelo trabalho, descritos na sequência.

4.5 ANÁLISE DA CAUSA RAIZ E PLANOS DE AÇÃO

Após a obtenção dos resultados e da coleta de informações nos meses iniciais, realizou-se um *brainstorming* com o gestor da área e com os operadores das máquinas consideradas críticas, a Lavadora e o Inspetor, para levantar as possíveis causas raiz do problema. Para isso, utilizou-se a ferramenta Diagrama de Ishikawa, conforme mostra a Figura 14 abaixo.

Figura 14 – Diagrama de Ishikawa da Quebra Maquinário.



Fonte: Adaptado de Cervejaria, 2017

Com a realização do Diagrama de Ishikawa, foram levantadas dez hipóteses das causas do alto índice da Quebra Maquinário, a partir de onde foi gerado um plano de ação para tratamento das mesmas. As hipóteses relacionadas aos parâmetros operacionais já haviam sido testadas até o momento e descartadas, como por exemplo o ajuste dos parâmetros da Enchedora e do Pasteurizador, máquinas que causam muita explosão de garrafas quando operam fora das condições padrão.

Notou-se que o procedimento da devolução das garrafas que permaneciam na linha ainda era bastante falho, sendo, dessa maneira, um problema de metodologia e de treinamento da operação. Em relação aos controles, foi percebido que não havia controle e não era descontado o número de garrafas faltantes na equação da quebra maquinário, afetando diretamente o indicador, e não era feito a separação dos tipos de garrafas que eram devolvidas à Logística.

Com relação ao material, notou-se um excesso de expulsão de garrafas por problemas de dimensão, na maioria dos casos devido a presença de garrafas de outras marcas ou de refrigerante, e no processo de expulsão muitas acabavam colidindo e quebrando, pelo fato do recipiente de rejeito não ser o mais adequado.

Quanto ao maquinário, foi constatado um alto número de rejeição de garrafas pela presença de rótulos não removidos e o alto número de garrafas retiradas do fundo

da Lavadora durante a limpeza da máquina nas paradas de manutenção. Também pôde-se constatar que muitas garrafas em boas condições estavam sendo rejeitadas pelo Inspetor Eletrônico devido ao excesso de sabão que nelas permanecia e a uma anomalia na máquina.

Baseando-se nessas informações, foram definidos os planos de ação utilizando a ferramenta 5W1H, conforme ilustra o Quadro 2.

Quadro 2 – 5W1H da Quebra Maquinário.

WHAT?	WHY?	WHO?	WHERE?	WHEN?	HOW?
Incluir a análise da Quebra Maquinário nos fóruns de discussão da cervejaria	Para acompanhar o andamento das ações, a evolução do indicador, checar os procedimentos e levantar novas ações	Estagiário Packaging, supervisor TB 502	Reunião de produtividade, reunião semanal, reunião mensal	Na frequência das reuniões	Abrindo o indicador e as planilhas de acompanhamento durante as reuniões e registrando novas atividades sugeridas
Criar controle e acompanhar as garrafas faltantes, incluindo na planilha de quebra	Para reduzir o indicador Quebra Maquinário ao descontar o número de garrafas faltantes da equação	Estagiário Packaging, supervisor TC 502, supervisor armazém Logística	Pátio de descarregamento de caminhões, planilha de controle Logística, planilha de quebra Packaging	Início em julho de 2017; diariamente	Alinhando com a Logística o compartilhamento da planilha de garrafas faltantes e definindo a forma correta da realização do cálculo da Quebra Maquinário
Separar os paletes de acordo com os tipos de devolução e demarcar uma área para armazenagem dos paletes	Para identificar o que é Quebra Proposital, o que é Quebra Maquinário, as garrafas boas não utilizadas e concorrentes, e para não descontar erroneamente do indicador do Packaging	Operadores do Inspetor, Lavadora, Enchedora e Rotuladoras	Na área delimitada para armazenagem dos paletes, entre a Encaixotadora e as Rotuladoras	Sempre que tiver fechamento	Levando os paletes para a área demarcada no fundo da linha e identificando com folhas o tipo de devolução
Incluir a separação dos tipos de devolução na folha de fechamento	Para poder mensurar e acompanhar os tipos de devolução, e com isso medir corretamente a Quebra Maquinário	Estagiário Packaging	Na folha de fechamento utilizada na linha de produção	jul/17	Incluindo campos para registro da quantidade de caixas de devolução nas máquinas onde há rejeitos
Treinar a operação na forma de separar e armazenar os paletes de devolução e na forma de conferência junto com o operador da Logística	Para garantir o correto procedimento de devolução e evitar divergência de informações e impacto negativo no indicador	Estagiário Packaging, supervisores 502	Nas salas de reunião do Packaging e na linha 502	jul/17	Realizando reuniões nas trocas de turno do Packaging e acompanhando a operação em campo
Criar uma mesa de rejeito de garrafas com proteções emborrachadas no primeiro sensor do Inspetor Eletrônico	Para evitar a colisão e quebra das garrafas expulsas, possibilitando a devolução destas	Engenharia	Na Engenharia e no sensor de garrafas quebradas do UIP	ago/17 - Overhaul	Confeccionando uma mesa de alumínio em rampa com superfícies emborrachadas para absorver o impacto das garrafas
Trocar os copos danificados da Lavadora	Para evitar que as garrafas caiam no poço da Lavadora	Operador Lavadora TA e TB	LGF 502	A cada PCM	Buscando copos novos no almoxarifado no início do PCM e substituindo os copos danificados pelos novos
Trocar as unhas de extração de rótulos da Lavadora	Para aumentar a eficiência da remoção de rótulos	Operador Lavadora TB e supervisor TB 502	LGF 502	ago/17 - Overhaul	Substituindo as unhas danificadas, juntamente com o time de Engenharia, durante o Overhaul
Trocar a câmera número 1 e o vidro do Inspetor Eletrônico	Para diminuir a falsa rejeição de garrafas boas por parede e contorno	Operador Inspetor TB	UIP 502	Quando chegar a câmera - previsão primeira semana set/2017	Abrindo a máquina junto com um mecânico da Engenharia e realizando a troca

Fonte: Adaptado de Cervejaria, 2017

4.6 EXECUÇÃO DOS PLANOS DE AÇÃO

4.6.1 Análise da Quebra Maquinário nas Reuniões

A inclusão do acompanhamento das ações de quebra e do monitoramento do indicador se deu através da análise das planilhas e do caderno de fechamento durante as reuniões de produtividade da Linha 502 e na reunião semanal e mensal do *Packaging*.

Na reunião de produtividade participavam o supervisor de linha, o coordenador de produção, o estagiário do *Packaging*, o planejador das ordens de manutenção da linha, e por vezes o operador do equipamento crítico do dia anterior, um supervisor da Logística, o gerente do *Packaging* e da Engenharia. Nesta reunião eram discutidos os principais indicadores da linha de produção, o andamento das ordens de serviço e os indicadores de Qualidade. Por se tratar de um fórum de discussão que contava com a presença dos responsáveis pelas ações da linha e que detinham muito conhecimento, nesta etapa do projeto foi identificado a necessidade de incluir a análise da Quebra Maquinário nas discussões. Desse modo, os principais pontos analisados eram os dados da folha de fechamento do dia anterior, o trecho que apresentou maior número de quebra, se havia alguma anomalia responsável pelo elevado número, se houve devolução de garrafas e se foi realizada corretamente, e se os dados apresentados eram coerentes ou não.

Já na reunião semanal da área participavam os supervisores, gerente e estagiários do setor *Packaging*, e nesta passaram a ser analisados o andamento das ações de quebra e o resumo semanal dos números do caderno de fechamento, bem como a necessidade de correções e treinamento.

Na reunião mensal participavam as mesmas pessoas da reunião semanal, e neste fórum eram analisados o desempenho dos indicadores e as ações para a evolução dos mesmos. Portanto, foi incluído a análise da evolução da Quebra Maquinário e da aderência aos GOPs, e passaram a ser discutidas as ações para a melhora da performance desses indicadores.

4.6.2 Controle de Garrafas Faltantes

Através de consultas nos padrões corporativos e da realização de *benchmarking* com outras unidades, foi verificado um equívoco na forma de medição da Quebra Maquinário, uma vez que não estava sendo descontado da equação o número de garrafas faltantes nas caixas que iam para a linha de produção. Esse número era obtido através de um cálculo estatístico realizado pela Logística, onde o *software* de gestão do Armazém selecionava de modo aleatório alguns caminhões transportadores de garrafas, nos quais eram realizados a conferência de algumas caixas, também indicadas pelo *software*, para fornecer a porcentagem de garrafas que faltavam nas caixas.

Esse valor percentual estava sendo descontado no cálculo da Quebra Proposital, indicador controlado pela Logística que apontava a quantidade de garrafas descartadas propositalmente por apresentarem defeitos ou serem incompatíveis com as utilizadas na cervejaria. Tal erro de metodologia de cálculo fornecia um dado falso da quantidade de garrafas que realmente entravam na linha de produção, contabilizando as garrafas faltantes como quebradas dentro da linha, aumentando o número da Quebra Maquinário.

Após essa constatação, o percentual de garrafas faltantes passou a ser acompanhado também pelo *Packaging*, e foi incluída uma coluna na planilha de acompanhamento diário de quebra de garrafas com o número das faltantes, que passou a ser subtraído do número de quebras e mostrou-se por diversas vezes um valor considerável.

O Quadro 3 a seguir ilustra um exemplo da coluna de faltantes na planilha de acompanhamento diário de quebra, bem como dados da produção líquida (PL), da quebra somada com o valor das faltantes, como era considerado anteriormente, e da quebra real, descontando o valor das faltantes.

Quadro 3 – Planilha de acompanhamento diário de quebra com garrafas faltantes.

Litro				
Data	PL	Quebra (+ Faltantes)	Faltantes	Quebra Real
Acumulado	7.623.780	62.063	24.822	37.241
01.11.2017	123.732	1.644	262	1.382
02.11.2017	111.600	1.200	230	970
03.11.2017	548.340	4.128	1.011	3.117
04.11.2017	326.640	1.848	630	1.218
05.11.2017	-	-	-	-
06.11.2017	-	-	-	-
07.11.2017	481.620	3.300	640	2.660
08.11.2017	343.980	2.940	1.245	1.695
09.11.2017	-	-	-	-
10.11.2017	470.160	5.136	1.267	3.869
11.11.2017	328.224	2.556	719	1.837
12.11.2017	-	-	-	-
13.11.2017	-	-	-	-
14.11.2017	412.752	6.228	1.074	5.154

Fonte: Acervo da empresa, 2017

4.6.3 Separação das Garrafas de Devolução

Conforme exibido na Figura 9, alguns equipamentos da linha de produção possuíam desvios para onde as garrafas eram guiadas quando apresentavam algum tipo de anomalia e não poderiam seguir o fluxo normal da linha. Essas garrafas desviadas eram separadas e armazenadas em caixas, que podiam ser levadas até a Desencaixotadora, quando apresentavam condições de serem reutilizadas, ou eram levadas até o final da linha para serem devolvidas para a Logística.

Em cada parada de manutenção e sempre que a linha ficaria desabastecida, a Logística recolhia os paletes com garrafas devolvidas que ficavam no final da linha. Esses paletes ficavam agrupados sem a identificação do motivo das garrafas terem sido devolvidas, dificultando a conferência no momento do recolhimento e o registro correto dos números classificando o que era Quebra Proposital, Quebra Maquinário ou garrafas boas.

A dificuldade citada acima, principalmente por se tratar de uma linha de produção que opera em turnos, acabava fazendo com que muitas vezes fossem contabilizados valores de quebra maiores do que o número real. Em vista disso, foi

delimitado uma área específica para o armazenamento dos paletes de devolução, para evitar que ficassem agrupados no final de linha e fossem confundidos durante a conferência. Essa área ficava entre a Rotuladora e a Encaixotadora, e foi delimitada com uma fita zebraada colada ao chão. Dentro desse espaço, adotou-se como padrão a identificação de cada palete com uma folha de papel colada em uma das caixas, onde era escrito o tipo de garrafa presente.

Para se obter maior controle sobre as devoluções, foram inclusos campos na folha de fechamento para registro da quantidade de caixas em cada equipamento onde era realizado a separação de garrafas, indicando se eram vasilhames bons, nos campos da Desencaixotadora, Enchedora e Rotuladoras; se eram Quebra Proposital, nos campos do Inspetor Eletrônico e da Lavadora de Garrafas, com a retirada das garrafas que permaneceram no ciclo de relavagem após a parada de linha; e se eram garrafas de refrigerante pertencentes à companhia ou garrafas de marcas concorrentes, no campo do Inspetor.

A modificação da folha de fechamento com a inclusão dos campos de devolução pode ser verificada na Figura 15.

Figura 15 – Inclusão dos campos de devolução na folha de fechamento.

Fechamento de Linha - L502			
Data: 23/10	Turno: C	Supervisor: Belchior	
Produto: AC - SK		Corte ()	Setup (X) PCM ()

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Despaletizadora</th></tr> <tr><td>Processadas (paletes):</td><td style="text-align: center;">2910</td></tr> <tr><td>VP Processados (paletes):</td><td></td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Desencaixotadora</th></tr> <tr><td>Processadas (caixas):</td><td></td></tr> <tr><td>Produzidas Boas (caixas):</td><td></td></tr> <tr><td>Expulsas (caixas):</td><td></td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Devolução</th></tr> <tr><td>Vasilhame Bom (caixas):</td><td></td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Rejeito Lavadora</th></tr> <tr><td>Quebra Proposital (caixas):</td><td></td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Inspetor Eletrônico</th></tr> <tr><td>Processadas:</td><td></td></tr> <tr><td>Produzidas Boas:</td><td></td></tr> <tr><td>Rejeito Total:</td><td></td></tr> <tr><td>Rejeito Entrada:</td><td></td></tr> <tr><td>Rejeito Mesão (Saída):</td><td></td></tr> <tr><td>Relavagem Inicial:</td><td></td></tr> <tr><td>Relavagem Final:</td><td></td></tr> <tr><td>Parede:</td><td></td></tr> <tr><td>Boca:</td><td></td></tr> <tr><td>Fundo:</td><td></td></tr> <tr><td>Contorno:</td><td></td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Devolução UIP</th></tr> <tr><td>Refrigerante (caixas):</td><td></td></tr> <tr><td>Concorrente (caixas):</td><td style="text-align: center;">3 Paletes</td></tr> <tr><td>Quebra Proposital (caixas):</td><td></td></tr> </table>	Despaletizadora		Processadas (paletes):	2910	VP Processados (paletes):		Desencaixotadora		Processadas (caixas):		Produzidas Boas (caixas):		Expulsas (caixas):		Devolução		Vasilhame Bom (caixas):		Rejeito Lavadora		Quebra Proposital (caixas):		Inspetor Eletrônico		Processadas:		Produzidas Boas:		Rejeito Total:		Rejeito Entrada:		Rejeito Mesão (Saída):		Relavagem Inicial:		Relavagem Final:		Parede:		Boca:		Fundo:		Contorno:		Devolução UIP		Refrigerante (caixas):		Concorrente (caixas):	3 Paletes	Quebra Proposital (caixas):		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Paletizadora</th></tr> <tr><td>Processadas (paletes):</td><td></td></tr> <tr><td>Processadas (caixas):</td><td></td></tr> <tr><td>VP Processados (paletes):</td><td></td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Encaixotadora</th></tr> <tr><td>Processadas (caixas):</td><td></td></tr> <tr><td>Produzidas Boas (caixas):</td><td></td></tr> <tr><td>Expulsas (caixas):</td><td></td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="3" style="text-align: center;">Rotuladora</th></tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Helft 1</td> <td style="text-align: center;">Helft 2</td> </tr> <tr><td>Processadas:</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Produzidas Boas:</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Rejeito Total:</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Front:</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Neck:</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Rejeito Enchimento:</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Rejeito Arrolhamento:</td><td></td><td></td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Devolução</th></tr> <tr><td>Vasilhame Bom (caixas):</td><td></td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Enchedora</th></tr> <tr><td>Produção Bruta:</td><td style="text-align: center;">502177</td></tr> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Check Mat</th></tr> <tr><td>Produzidas Boas:</td><td style="text-align: center;">499492</td></tr> <tr><td>Rejeito Total:</td><td style="text-align: center;">2738</td></tr> <tr><td>Rejeito Enchimento:</td><td style="text-align: center;">1567</td></tr> <tr><td>Rejeito Arrolhamento:</td><td style="text-align: center;">715</td></tr> <tr><td>Quebra Explosão:</td><td style="text-align: center;">600</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Devolução</th></tr> <tr><td>Vasilhame Bom (caixas):</td><td></td></tr> </table>	Paletizadora		Processadas (paletes):		Processadas (caixas):		VP Processados (paletes):		Encaixotadora		Processadas (caixas):		Produzidas Boas (caixas):		Expulsas (caixas):		Rotuladora				Helft 1	Helft 2	Processadas:			Produzidas Boas:			Rejeito Total:			Front:			Neck:			Rejeito Enchimento:			Rejeito Arrolhamento:			Devolução		Vasilhame Bom (caixas):		Enchedora		Produção Bruta:	502177	Check Mat		Produzidas Boas:	499492	Rejeito Total:	2738	Rejeito Enchimento:	1567	Rejeito Arrolhamento:	715	Quebra Explosão:	600	Devolução		Vasilhame Bom (caixas):	
Despaletizadora																																																																																																																										
Processadas (paletes):	2910																																																																																																																									
VP Processados (paletes):																																																																																																																										
Desencaixotadora																																																																																																																										
Processadas (caixas):																																																																																																																										
Produzidas Boas (caixas):																																																																																																																										
Expulsas (caixas):																																																																																																																										
Devolução																																																																																																																										
Vasilhame Bom (caixas):																																																																																																																										
Rejeito Lavadora																																																																																																																										
Quebra Proposital (caixas):																																																																																																																										
Inspetor Eletrônico																																																																																																																										
Processadas:																																																																																																																										
Produzidas Boas:																																																																																																																										
Rejeito Total:																																																																																																																										
Rejeito Entrada:																																																																																																																										
Rejeito Mesão (Saída):																																																																																																																										
Relavagem Inicial:																																																																																																																										
Relavagem Final:																																																																																																																										
Parede:																																																																																																																										
Boca:																																																																																																																										
Fundo:																																																																																																																										
Contorno:																																																																																																																										
Devolução UIP																																																																																																																										
Refrigerante (caixas):																																																																																																																										
Concorrente (caixas):	3 Paletes																																																																																																																									
Quebra Proposital (caixas):																																																																																																																										
Paletizadora																																																																																																																										
Processadas (paletes):																																																																																																																										
Processadas (caixas):																																																																																																																										
VP Processados (paletes):																																																																																																																										
Encaixotadora																																																																																																																										
Processadas (caixas):																																																																																																																										
Produzidas Boas (caixas):																																																																																																																										
Expulsas (caixas):																																																																																																																										
Rotuladora																																																																																																																										
	Helft 1	Helft 2																																																																																																																								
Processadas:																																																																																																																										
Produzidas Boas:																																																																																																																										
Rejeito Total:																																																																																																																										
Front:																																																																																																																										
Neck:																																																																																																																										
Rejeito Enchimento:																																																																																																																										
Rejeito Arrolhamento:																																																																																																																										
Devolução																																																																																																																										
Vasilhame Bom (caixas):																																																																																																																										
Enchedora																																																																																																																										
Produção Bruta:	502177																																																																																																																									
Check Mat																																																																																																																										
Produzidas Boas:	499492																																																																																																																									
Rejeito Total:	2738																																																																																																																									
Rejeito Enchimento:	1567																																																																																																																									
Rejeito Arrolhamento:	715																																																																																																																									
Quebra Explosão:	600																																																																																																																									
Devolução																																																																																																																										
Vasilhame Bom (caixas):																																																																																																																										

Fechamento de Produção por Turno	
Turno A	
PAL - Inicial:	
PAL - Final:	
Produção (Final - Inicial)	
WMS:	
Pack: _____	Log: _____
Turno B	
PAL - Inicial:	
PAL - Final:	
Produção (Final - Inicial):	
WMS:	
Pack: _____	Log: _____
Turno C	
PAL - Inicial:	
PAL - Final:	
Produção (Final - Inicial)	
WMS:	
Pack: _____	Log: _____

Observações	

Conferente Logística: _____

Supervisor Packaging: THIAGO

Fonte: Adaptado de Cervejaria, 2017

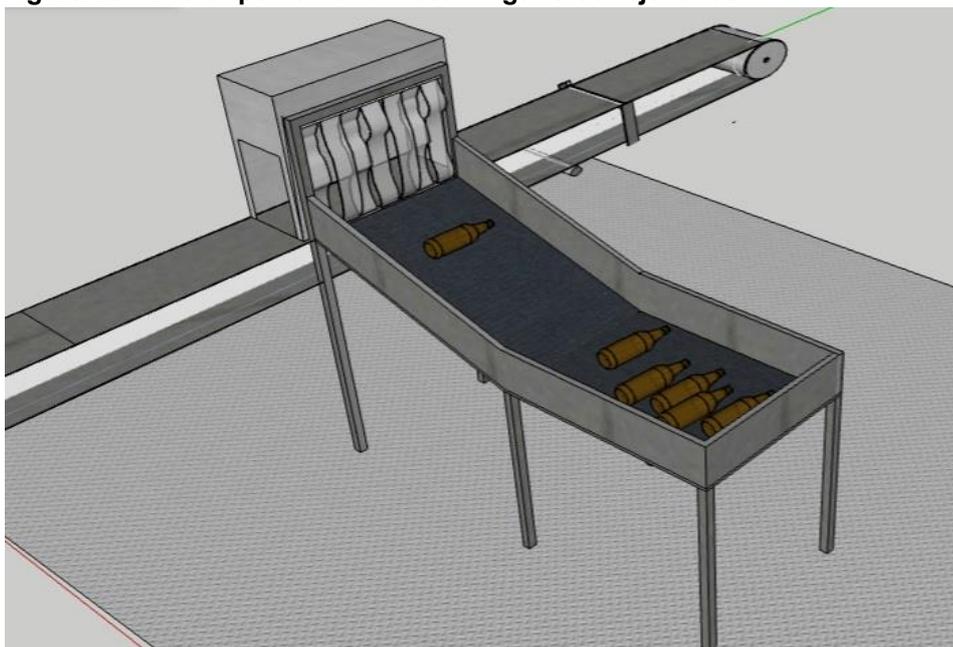
Com a modificação na forma de registro de informações na folha de fechamento e de separação dos paletes de devolução, foi necessário o treinamento da operação dos três turnos nos novos procedimentos, realizado nas salas de troca de turno e em campo pelo estagiário e pelo supervisor responsável pelo turno.

4.6.4 Criação da Mesa de Rejeitos do Inspetor

O primeiro sensor do Inspetor Eletrônico fazia a inspeção das paredes e do contorno das garrafas, expulsando as que não continham as dimensões adequadas ou apresentavam defeitos físicos nesses locais. Quando detectado algum defeito, um pistão era acionado e expulsava a garrafa, que caía em um contentor de rejeitos fundo, vindo a colidir e quebrar na maioria das vezes. Esse contentor não era adequado e não apresentava as características conforme sugeria o GOP, pois não amortecia o impacto da colisão dessas garrafas expulsas, impedindo que estas fossem devolvidas como Quebra Proposital.

Para diminuir a ocorrência de quebras nesses casos, foi confeccionado pela Engenharia uma mesa de alumínio em formato de rampa, que continha uma cortina de PVC para diminuir a velocidade das garrafas expulsas e superfícies emborrachadas. Essa nova mesa de rejeitos possibilitava a retirada das garrafas inteiras para serem devolvidas à Logística, ou mesmo para serem reutilizadas quando expulsas por falsa rejeição, fato que acontecia devido a presença de espuma no exterior das garrafas, quando havia excesso de sabão para lubrificação dos transportes, ou má regulação no sensor de controle de *scuffing*. Uma ilustração gráfica da mesa está exibida na Figura 16, feita através do software *SketchUp*®.

Figura 16 – Protótipo da nova mesa de garrafas rejeitadas.



Fonte: Autoria própria

4.6.5 Troca da câmera 1 e vidro do Inspetor Eletrônico

O problema da falsa rejeição de garrafas, citado anteriormente, vinha se mostrando crescente e causando bastante impacto, com *crashes* constantes e paradas de linha por tombamento no inspetor quando muitas garrafas eram expulsas ao mesmo tempo.

Foram executadas algumas ações na tentativa sanar o problema, como a alteração das configurações do sensor de dimensão de garrafas e *scuffing*, deixando-o menos sensível, a troca dos bicos injetores de sabão e o ajuste da quantidade para diminuir a formação de espuma nas garrafas, porém notou-se que o problema persistia.

Durante uma parada de manutenção, foi realizado a desmontagem da Unidade de Inspeção Eletrônica para limpeza, e verificou-se um pequeno risco na câmera de número 1, responsável pela inspeção das dimensões da garrafa, bem como uma trinca no vidro de proteção dessa câmera. Esse vidro servia como proteção da câmera e do equipamento, e já havia sido substituído por outro não original. Com essa descoberta, foi realizado o pedido de uma nova câmera e vidro de proteção da fornecedora *Krones*® e realizado a troca, reduzindo a rejeição de garrafas boas.

4.6.6 Manutenção na Lavadora de Garrafas

Dois problemas foram observados em relação a Lavadora de Garrafas. Quando era realizado a limpeza do poço da lavadora, retirava-se um alto número de garrafas inteiras que caíam durante o ciclo de lavagem. Constatou-se que o motivo do elevado número de garrafas que eram perdidas dentro da lavadora era a grande quantidade de copos danificados. Esses copos, que podem ser visualizados na Figura 17, eram recipientes de plástico onde as garrafas eram colocadas para seguirem pelos tanques da lavadora, e quando danificados não conseguiam fornecer sustentação, fazendo com que estas caíssem.

Figura 17 – Copos da Lavadora de Garrafas.



Fonte: <https://www.liess.ind.br/wp-content/uploads/2018/07/DSCN5550.jpg>

Para minimizar esse problema, foi alterado a frequência das ordens de manutenção referente a troca dos copos danificados para semanal, sendo que até então a frequência programada era mensal. Assim, a cada parada de manutenção, eram verificados e trocados os recipientes defeituosos, sendo necessário aumentar a quantidade de estoque de copos novos.

Outro problema decorrente da lavadora era o excesso de rótulos remanescentes nas garrafas, que fazia com que essas fossem rejeitadas ou guiadas para o caminho de relavagem, e que muitas vezes os rótulos grudassem nas paredes do Inspetor Eletrônico, ocasionando a parada a linha. Isso estava ocorrendo devido a danificação dos componentes da máquina responsáveis pela extração dos rótulos, chamados de unhas de extração.

Para a realização da troca desses componentes, era necessário a desmontagem da máquina, o que exigia certo tempo e esforço do time da Engenharia devido a sua complexidade. Dado esse fato, programou-se essa manutenção para a data do *Overhaul*, que é uma semana onde a linha permanece inoperante para a realização de ajustes gerais e manutenções mais complexas, agendada para a terceira semana de agosto.

Após a substituição das unhas de extração, sanou-se o problema de excesso de garrafas que saíam da máquina com rótulos não removidos, e a diminuição dos copos danificados fez com que menos garrafas fossem perdidas, diminuindo os números de quebra.

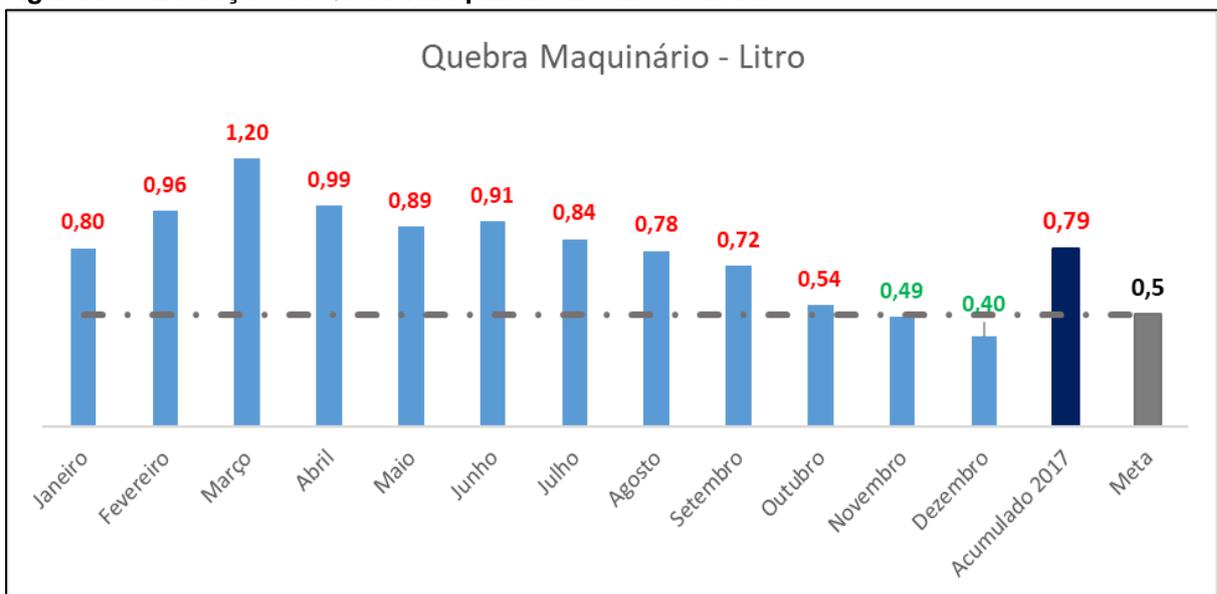
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão observados os resultados acumulados dos números de quebra mês a mês, bem como a evolução do indicador Quebra Maquinário, com maior ênfase para os dados a partir de julho, dado que os resultados dos meses anteriores já foram analisados acima. Também será analisado a relação dos GOPs com a Quebra Maquinário, e a diferença de cenário no início deste trabalho para o final do desenvolvimento do mesmo.

5.1 EVOLUÇÃO DA QUEBRA MAQUINÁRIO

A partir do início da execução dos planos de ação no mês de julho, após os primeiros meses da fase inicial de identificação do problema e planejamento das ações, foi possível observar uma melhora gradual e constante do indicador, conforme as ações iam sendo implementadas e as novas rotinas de controle iam sendo assimiladas pelos colaboradores. A Figura 18 mostra os índices da Quebra Maquinário nos meses de 2017 e o acumulado anual.

Figura 18 – Evolução da Quebra Maquinário no ano de 2017.



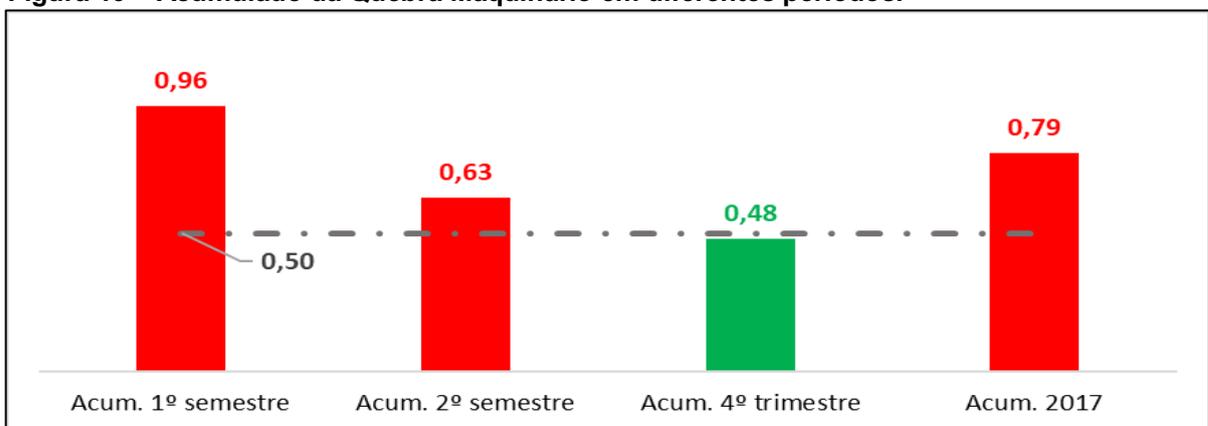
Fonte: Acervo da empresa, 2017

Analisando o gráfico, observa-se que em todos os meses subsequentes ao início das ações foram obtidas melhoras expressivas no indicador, com destaque ao mês de outubro, que apresentou uma redução de 0,18 pontos percentuais, 25% menor que o mês anterior. Ao compararmos o valor de junho com o de dezembro, nota-se uma redução de 56%, um total de redução de 0,51 pontos percentuais, ficando 0,10 pp abaixo da meta estipulada.

Os resultados obtidos no último trimestre do ano foram bastante satisfatórios, especialmente dos dois últimos meses, dado que historicamente na cervejaria o indicador em questão desta linha nunca havia estado abaixo da meta. Esses resultados se devem ao fato de todas as ações terem sido implementadas até setembro, com a câmera do inspetor tendo sido trocada nesse mês, e a finalização dos treinamentos e acompanhamentos da operação na separação e conferência de devoluções.

Se fizermos uma análise do indicador considerando três fases do trabalho distintas, sendo estas o primeiro semestre, antes do planejamento das ações de melhoria, o segundo semestre, após o início da execução das ações, e o último trimestre do ano, após a implementação de todas as tratativas, constatamos que houve uma redução de aproximadamente 34,4% no acumulado da primeira para a segunda fase, e de 50% da fase inicial para a conclusão das ações, superando a meta em 0,2 pp nesta última. Ainda assim, o resultado anual ficou 0,29 pp acima da meta, o que ainda colocava a cervejaria em uma baixa posição comparada ao seu *benchmark*. Os valores de cada fase do projeto podem ser observados na Figura 19.

Figura 19 – Acumulado da Quebra Maquinário em diferentes períodos.



Fonte: Adaptado de Cervejaria, 2017

Se tratando dos números absolutos, o Quadro 4 abaixo traz informações referentes aos números de quebras e da produção de cada mês.

Quadro 4 – Dados de quebra e produção anual.

Linha 502 - Litro													
Evolução 2017	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Acumulado 2017
Quebra Maquinário (%)	0,80	0,96	1,20	0,99	0,89	0,91	0,84	0,78	0,72	0,54	0,49	0,40	0,79
Meta 2017 (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Quebra (un)	45.907	47.624	71.736	64.293	63.475	55.997	55.653	39.489	54.244	39.311	37.241	31.274	606.244
Produção (un)	5.765.844	4.939.512	5.998.500	6.527.004	7.098.840	6.128.100	6.647.508	5.035.764	7.550.784	7.239.996	7.623.780	7.734.156	78.289.788

Fonte: Acervo da empresa, 2017

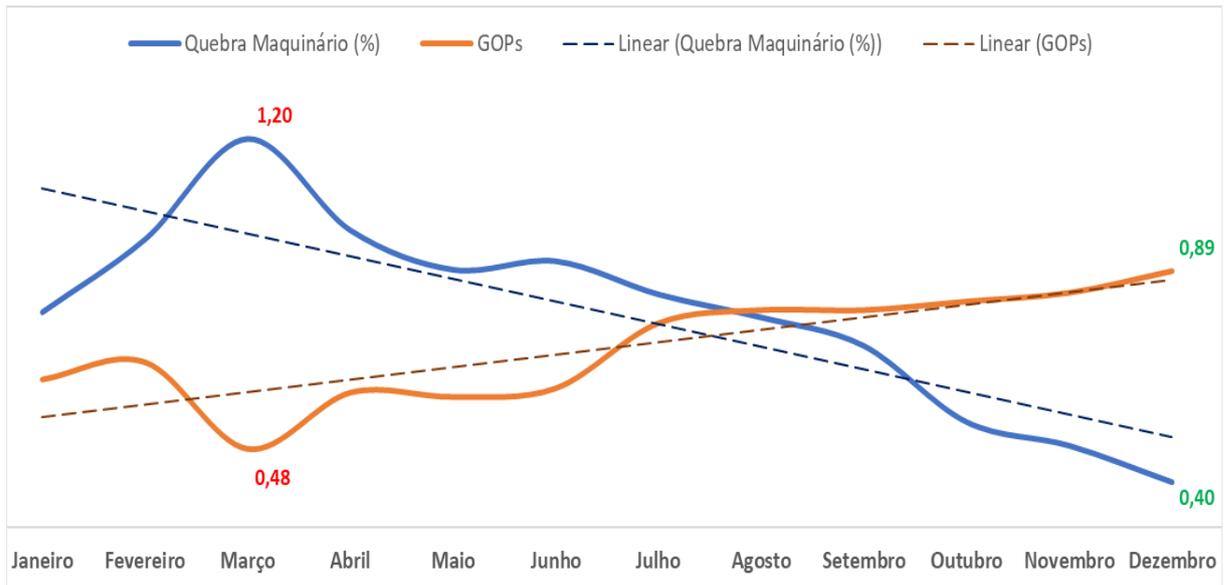
Percebe-se que o mês de agosto foi o segundo mês de menor produção do ano, o que se justifica pela semana de manutenção do *Overhaul*, e com isso também apresentou a menor quebra absoluta do ano até então. Mesmo assim, os três últimos meses do ano apresentaram sucessivos valores inferiores de quebra, ao passo em que aumentaram a produção mensal em aproximadamente 50%.

Ao compararmos os cenários do início e do final deste trabalho, temos uma diferença de perda média de 3.119 garrafas por dia no mês de março, com quebra de uma a cada 84 garrafas, contra uma perda média de 1.422 garrafas por dia em dezembro, quebrando uma em cada 247 garrafas. Em porcentagem, o indicador em março estava 140% acima da meta, enquanto em dezembro ficou 20% abaixo.

5.2 RELAÇÃO GOPS X QUEBRA MAQUINÁRIO

Um dos principais motivos para os altos índices de quebra da cervejaria era o baixo cumprimento das boas práticas operacionais, os GOPs. Muitas das ações executadas tinham relação com esses GOPs, e pôde-se perceber uma melhora constante na aderência aos mesmos durante o desenvolvimento do trabalho. A Figura 20 exibe um gráfico com a evolução da aderência aos GOPs em porcentagem e dos índices de Quebra Maquinário ao longo dos meses.

Figura 20 – Relação entre os GOPs e a Quebra Maquinário.



Fonte: Adaptado de Cervejaria, 2017

Através da visualização do gráfico acima, pode-se constatar claramente uma relação direta entre o cumprimento dos GOPs e a redução da quebra. O aumento da aderência às boas práticas operacionais mostrou-se inversamente proporcional ao indicador em análise, de modo que março foi o mês de menor aderência e, conseqüentemente, de maior quebra, enquanto dezembro apresentou uma melhora de 85,4% sobre os GOPs, com uma redução de 66,7% no índice de quebra.

As razões de não se alcançar 100% de cumprimento dos GOPs se devem principalmente a questões estruturais e por alguns deles serem ações conjuntas com outras áreas, não dependendo exclusivamente do *Packaging*.

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo buscar maneiras de reduzir o número de quebra de garrafas retornáveis dentro da cervejaria onde foi realizado, visto que os impactos decorrentes dos elevados valores afetavam os resultados da empresa, sendo um custo significativo e desnecessário, a colocando entre as piores no *ranking* desse indicador da companhia.

Através dos passos do Ciclo PDCA, foram identificadas falhas e oportunidades de melhorias, e em seguida planejadas ações para saná-las. As ações executadas apresentaram resultados bastante satisfatórios, tanto no que diz respeito à gestão do indicador e dos controles relacionados, quanto à redução da quebra, reduzindo em três vezes o resultado do indicador e permanecendo abaixo da meta pela primeira vez no histórico da cervejaria.

Parte dos resultados obtidos foram decorrentes de alterações no controle e na forma de medir a Quebra Maquinário, posto que até então não se tinham controles que fornecessem dados confiáveis e que medissem os tipos de devoluções de garrafas, o que dificultava a gestão correta e o planejamento de ações de tratamento, comprovando a importância de se ter uma gestão eficaz dos processos em um sistema produtivo.

Verificou-se também que o cumprimento das boas práticas operacionais compartilhadas entre as unidades da companhia influenciou diretamente na redução do indicador de quebra, destacando a importância da padronização e do compartilhamento de ações que geram resultados consistentes para a manutenção desses bons resultados e para o tratamento de anomalias recorrentes.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. F. **O Método de Melhorias PDCA**. 2003. 157 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil e Urbana - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

ARAÚJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional**. São Paulo: Atlas, 2001.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial. 239 p, 2004.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8. ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda. 256 p, 2014.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: Conceitos e Técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CERVEJARIA. **Padrões e Manuais do Packaging e Qualidade**. Ponta grossa, 2017.

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços, uma abordagem estratégica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. São Paulo: Marques Saraiva. 367 p, 1990.

DIAS, L.C. **Sistemática para Apoiar a Redução de Perdas e Estabilização de Processos**. Porto Alegre, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia com Ênfase em Qualidade) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

GOMES, L. G. S. G. (2006). **Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes**. Revista Produção Online, 6(2).

LIESS. **Liess Máquinas e Equipamentos Ltda.** Disponível em <<https://www.liess.ind.br/wp-content/uploads/2018/07/DSCN5550.jpg>>. Acesso em 14 de julho de 2019.

MARIANI, C. A. (2005). **Método PDCA e Ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: Um estudo de caso.** RAI - Revista de Administração e Inovação, 2(2): 110-126.

MELO, C. P.; CARAMORI, E. J. **PDCA Método de melhorias para empresas de manufatura – versão 2.0.** Belo Horizonte: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

MONTGOMERY, D.C., **Introdução ao controle Estatístico de Qualidade**, 4ª Edição, Editora LTC, Rio Janeiro. 530 p, 2004.

NASCIMENTO, A. F. G. **A utilização da metodologia do ciclo PDCA no gerenciamento da melhoria contínua.** São João Del Rey, 2011. Monografia. Faculdade Pitágoras – Núcleo de Pós-Graduação e Instituto Superior de Tecnologia. São João Del Rey, 2011.

NEVES, T. F. **Importância da utilização do ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística.** Juiz de Fora, 2007. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2007.

OETTERER, M. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos.** Editora Manole Ltda. 632 p, 2006.

PETERS, T. **O círculo da inovação.** São Paulo: Harbra. 508 p, 1998.

QUINQUIOLO, J. M. **Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva.** TaubatéSP: Universidade de Taubaté, 2002.

RIBEIRO, C. S.G. **Análise de Perdas em Unidades de Alimentação e Nutrição (UANs) Industriais: Estudo de caso em restaurantes industriais,** 2002. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

ROBLES JR., A. **Custos da qualidade**. São Paulo: Atlas. 158 p, 1996.

SPENDOLINI, M. J. **Benchmarking**. São Paulo: Makron Books, 1993.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: MG. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. 312 p, 1995.