

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Talita Vitória Alves Rocha

**A UTILIZAÇÃO DO *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* COMO FORMA DE
REDUZIR O CONSUMO DE SODA CÁUSTICA NA LAVADORA DE GARRAFAS
DE UMA LINHA DE ENVASE DE CERVEJA**

Belém/PA

2021

Talita Vitória Alves Rocha

**A UTILIZAÇÃO DO *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* COMO FORMA DE
REDUZIR O CONSUMO DE SODA CÁUSTICA NA LAVADORA DE GARRAFAS
DE UMA LINHA DE ENVASE DE CERVEJA.**

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, apresentado como requisito parcial para obtenção do grau em Bacharelado em Engenharia de Produção do Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA.

Orientada pela Professora Dr. Victoria Morgado Mutran.

Belém/PA

2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Biblioteca do CESUPA, Belém – PA

Rocha, Talita Vitória Alves.

A utilização do *total productive maintenance* como forma de reduzir o consumo de soda cáustica na lavadora de garrafas de uma linha de envase de cerveja / Talita Vitória Alves Rocha; orientadora Victoria Morgado Mutran. – 2021.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Universitário do Estado do Pará, Engenharia de Produção, Belém, 2021.

1. Processos produtivos. 2. Administração da produção. 3. Embalagens – Indústria. I. Mutran, Victoria Morgado, orient. II. Título.

Talita Vitória Alves Rocha

**A UTILIZAÇÃO DO *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* COMO FORMA DE
REDUZIR O CONSUMO DE SODA CÁUSTICA NA LAVADORA DE GARRAFAS
DE UMA LINHA DE ENVASE DE CERVEJA.**

Trabalho de Curso apresentado na modalidade monografia, apresentado como requisito parcial para obtenção do grau em Bacharelado em Engenharia de Produção do Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA.

Data da Defesa:/...../.....

Conceito: _____

Banca Examinadora:

Prof. Orientador Victoria Morgado Mutran

Doutora em Engenharia de Produção

Centro Universitário do Pará - CESUPA

Prof. Examinador Felipe Fonseca Tavares de Freitas

Centro Universitário do Pará - CESUPA

A Deus, que me trouxe até aqui, e a meus pais, que me auxiliaram na jornada.

AGRADECIMENTOS

“O que darei eu ao Senhor, por todos os benefícios que me tem feito?” (Salmos 116:12)

Chegando até aqui, me encontro no mesmo questionamento que o salmista, como retribuir a Deus tudo o quanto fez e faz por mim, por tudo quanto tem me dado, por me guiar pelo caminho, por todas as bênçãos e vitórias, e também pelos obstáculos e dificuldades que me ensinaram, moldaram e fortaleceram? Como? Eu, sinceramente, não sei. Mas de uma coisa eu sei, dedico a ELE todas as conquistas que já tive até agora e todas que ainda terei no futuro, porque sem ELE, jamais teria chegado até aqui.

Deus, palavras não são suficientes, então: obrigado por tudo!

E se eu cheguei até aqui, foi porque tive a força e o apoio incondicional de duas pessoas indispensáveis para o meu sucesso, meus pais, Eliúde e Antônio Rocha. Estiveram comigo em todos os momentos, sempre com palavras de encorajamento e conforto, vibraram por cada pequena vitória e me apresentam sempre em suas orações, e por isso, eu tenho certeza, o caminho teria sido muito mais árduo e sinuoso, se não fosse por vocês.

Pai e mãe, minha infinita gratidão a vocês!

Meus agradecimentos a toda minha família, especialmente aos meus irmãos, Samuel e Alinne e a minha avó, Nair, que me ouviam falar incansavelmente sobre faculdade e trabalho mesmo sem entender muito. A todos os meus mestres, os quais o amor pelo ensino nos ajudou a entender até as matérias mais difíceis, meu muito obrigado. Agradeço ao meu antigo gerente, Clóvis Couto, por ter me colocado nesse projeto, e a todos os meus colegas de trabalho que me ajudaram na elaboração e execução, assim como a todos aqueles que fazem meus dias de trabalho mais leves e alegres.

Aos meus queridos amigos, Davi Batista e Lucas Barbosa, um trio que eu tenho orgulho de ter feito parte, porque juntos enfrentamos todos os tipos de trabalhos e situações acadêmicas por dois anos e meio, nos apoiando e garantindo um aos outros que tudo daria certo no final, e deu!

A minha amiga, Adrielle, por oferecer sempre sua ajuda no processo de pesquisa acadêmica e por sempre procurar me ajudar, obrigado. As minhas professoras, Msc. Andreia Araújo pelas tutorias, e a Dr. Victória Mutran, pela excelente orientação indispensável para a obtenção deste título, agradeço de coração. A todos que direta ou indiretamente contribuíram para este momento, muito obrigado!

Grandes coisas fez o Senhor por nós, e,
por isso, estamos alegres.

Salmos 126:3

RESUMO

Diante da necessidade de diferenciação no mercado, a melhoria dos processos produtivos, mediante a ferramentas de resolução de problemas e redução de custos, se fazem indispensáveis. Utilizou-se para isso a metodologia do *Total Productive Maintenance* através da aplicação do kaizen na redução de um indicador de consumo de soda cáustica na lavadora de garrafas em uma linha de envase de cerveja, conseqüentemente trazendo redução do custo com esse material. No estudo de caso foi empregado a pesquisa exploratória, com acompanhamento *in loco*, pesquisa bibliográfica e coleta de dados. Após a aplicação das ferramentas e implementação do plano de ação, monitorou-se os resultados obtidos, os quais se mostraram muito positivos e relevantes para a companhia, tanto na perspectiva de melhoria de processos, quanto na perspectiva financeira.

Palavras-chave: *Total Productive Maintenance*; Kaizen; Soda Cáustica; Melhoria Contínua.

ABSTRACT

Given the need for differentiation in the market, the improvement of production processes through problem solving tools and cost reduction are essential. For this, the Total Productive Maintenance methodology was used through the application of kaizen in the reduction of an indicator of caustic soda consumption in the bottle washer in a beer filling line, consequently bringing a reduction in the cost of this material. In the case study, exploratory research was used, with on-site follow-up, bibliographical research and data collection. After applying the tools and implementing the action plan, the results obtained were monitored, which proved to be very positive and relevant for the company, from the improving processes perspective and from the financial perspective as well.

Keywords: Total Productive Maintenance; Kaizen; Caustic Soda; Continuous Improvement.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.2 OBJETIVO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3 JUSTIFICATIVA	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 <i>TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE</i>	17
2.1.1 Pilares	18
2.1.1.1 Manutenção Autônoma	19
2.1.1.2 <i>Manutenção Programada</i>	19
2.1.1.3 <i>Treinamento e Educação</i>	20
2.1.1.4 <i>Segurança, Higiene e Meio Ambiente</i>	20
2.1.1.5 <i>Melhorias Específicas</i>	21
2.1.2 5S	21
2.1.3 Ferramentas de Resolução de Problemas	22
2.1.3.1 RCFA	22
2.1.3.2 LPP	23
2.1.3.3 Kaizen	23
2.1.3.3.1 <i>Folha de Abertura</i>	24
2.1.3.3.2 <i>Estratificação</i>	24
2.1.3.3.3 <i>Análise de Falha</i>	24
2.1.3.3.4 <i>Plano de Ação</i>	25
2.1.3.3.5 <i>Padronização</i>	25
2.1.3.3.6 <i>Monitoramento</i>	25
2.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA LAVADORA DE GARRAFAS	25
3 METODOLOGIA	26
4 ESTUDO DE CASO	27
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	27
4.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	27
4.3 FOLHA DE ABERTURA	27
4.4 ESTRATIFICAÇÃO	28
4.5 ANÁLISE DE FALHA	32

4.5.1 Diagrama de Ishikawa	32
4.5.2 5 Porquês	33
4.6 PLANO DE AÇÃO	34
4.7 PADRONIZAÇÃO	35
4.8 MONITORAMENTO	36
4.9 RESULTADOS	36
4.9.1 Resultado Lavadora de Garrafas	36
4.9.2 Resultado Linha 01.....	38
4.9.3 Resultado Fábrica	39
4.9.4 Resultado Financeiro	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da competitividade das empresas em busca de clientes, novos mercados e matérias primas, alguns fatores se tornam essenciais para estar à frente da concorrência e na liderança do segmento de mercado. Esses fatores, como padronização de processos, melhoria contínua, ambiente propício à inovação e redução de custos são muito importantes quando falamos de eficiência de processos e performance, os quais Santos (2019) comprava em seu estudo em uma Indústria como sendo aspectos cruciais que “potencializam os resultados da empresa e aumentam o nível de competitividade”.

Para que isso ocorra, as empresas precisam achar maneiras de mapear, medir e controlar seus processos produtivos de forma a obter os melhores resultados, com o menor custo possível e com qualidade assegurada. Além disso, precisam ter um método de resolução de falhas e problemas bem estruturados para que seja usado assim que necessário sem perda de tempo e eficiência.

Mas então vem o questionamento: como ter processos bem mapeados e padronizados, com alta eficiência, poucas perdas, pronto para resolver problemas e ainda ser reconhecido pela excelência em qualidade?

Para este grande desafio, a manutenção produtiva total (Total Productive Maintenance), ou TPM e suas ferramentas se mostram como importantes aliados na melhoria de indicadores, redução de custos e resolução de problemas, buscando manter sempre o melhor nível e ritmo operacional possível, através da constante manutenção do processo produtivo, no sentido de manter as melhores condições possíveis para produzir, desde a chegada da matéria prima até a entrega do produto (COUTINHO, 2017).

Neste contexto o kaizen, parte integrante da metodologia TPM, é muito útil e pode ser utilizado em muitas situações e cenários, “visando agilizar, otimizar, estruturar e padronizar o processo de desenvolvimento da solução do problema” (RAMOS, 2014).

Com base nisso, este trabalho tem como objetivo desenvolver um estudo de caso em uma empresa de bebidas na região metropolitana de Belém, que apresenta dificuldades com o indicador de consumo de soda cáustica, que estava

constantemente fora da meta estabelecida pela empresa, impactando no custo total com o material.

Para isso, utilizou-se o Kaizen como suporte principal para resolução deste problema, encontrando-se dentro da filosofia do *Total Productive Maintenance* (TPM), o qual se baseia em uma forte cultura organizacional voltada para resolução de problemas dentro das indústrias, principalmente.

1.2 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo descobrir a principal causa do alto consumo de soda cáustica da cervejaria através das ferramentas do TPM, e com isso trabalhar para eliminar as causas raízes do problema e reduzir o custo total com soda cáustica na fábrica.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral, temos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o consumo de soda cáustica pelas áreas
- Identificar áreas de maior consumo
- Levantar possíveis causas
- Determinar e implementar o plano de ação
- Analisar os resultados obtidos
- Padronizar os processos promissores

1.3 JUSTIFICATIVA

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, tornando o setor cervejeiro um dos mais importantes do país, sendo responsável por 2% do Produto Interno Bruto (PIB), conforme a figura 01 nos mostra:

Figura 01: Informações do setor cervejeiro no Brasil

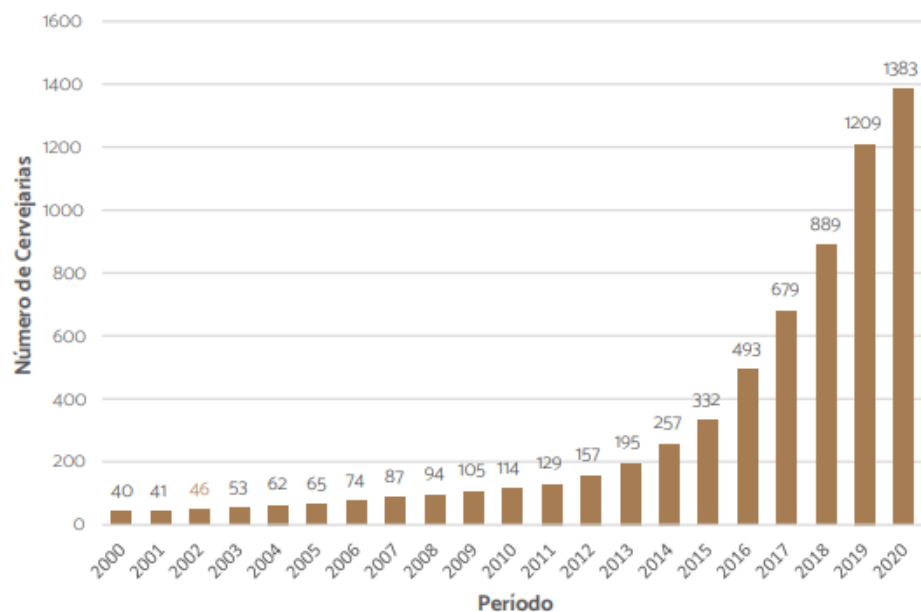


Fonte: Scharobeer (c2020, online)

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2020 houve o aumento de 14,4% de novas cervejarias no País, em relação ao ano anterior. Muller (2021), coordenador-geral de Vinhos e Bebidas do Mapa, afirma que "a expansão do mercado cervejeiro no Brasil vem crescendo nos últimos dez anos, e essa tendência se manteve em 2020 mesmo com as dificuldades impostas pela pandemia", o que pode ser confirmado pelo gráfico 1, abaixo:

Gráfico 01: Número de registro de estabelecimento por ano

Gráfico 1: Número de registro de estabelecimento por ano

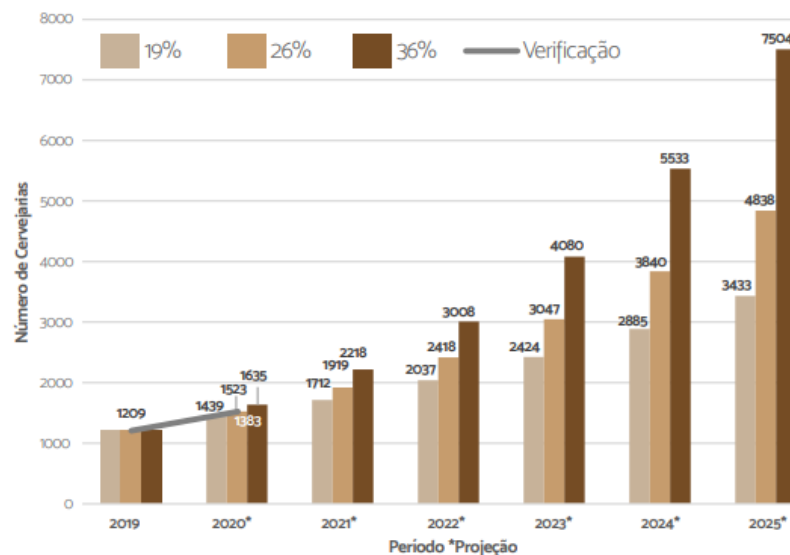


Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2021, pg. 8)

Este cenário de crescimento do mercado cervejeiro, que emprega mais de 2 milhões de pessoas de forma direta e indireta (SINDICERV, 2020?), e é responsável por uma parte 2% do PIB, mostra a relevância deste setor para o país e para a sociedade e do futuro (Gráfico 2).

Gráfico 02: Projeção de Crescimento de Cervejarias 2020-2025

Gráfico 6: Projeção de crescimento de cervejarias 2020-2025 e verificação 2020



Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2020, pg. 18)

A utilização da metodologia de TPM pode contribuir para o desenvolvimento deste setor, ao passo que este trabalho, para a companhia no qual foi implementada, trouxe resultados financeiros positivos, auxiliando na economia de recursos; e mudou o cenário problemático em que se encontrava, usando apenas a metodologia e as ferramentas de resolução de problemas a ela atreladas. Especialmente pela forte tendência de crescimento e avanço deste setor até 2025, como visto no gráfico 2, acima.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

O TPM (*Total Productive Maintenance*) é “um conjunto de atividades onde mantém o compromisso voltado para o resultado” (YAMAGUCHI, 2009, p. 7), um método de origem Japonesa, criado na década de 70 por Seiichi Nakajima, o qual o próprio descreve como “a mola mestra do desenvolvimento e otimização da performance de uma indústria, através da maximização da eficiência das máquinas” (1983, p. 1), cujo o foco é a produtividade baseada na manutenção das condições de trabalho como um todo, desde a garantia da segurança dos colaboradores nas menores atividades, até a utilização das mais avançadas ferramentas de resolução de problemas.

Para que isso seja possível, esta metodologia conta com algumas técnicas, que são comuns ao Sistema Toyota de Produção, times de melhoria contínua, forte cultura de engajamento de todos e de 5S, utilização de ferramentas de resolução de problemas e treinamentos (IMAI, 1992). Além disso, o TPM conta também com o conceito de qualidade ao longo da cadeia, zero falhas, defeitos ou acidentes (IMAI, 1992).

O objetivo do TPM está em possibilitar a maior disponibilidade do equipamento para que ele possa alcançar o máximo nível de eficiência, ou seja, tentando aproveitar a totalidade dos recursos disponíveis, buscando sempre o menor índice de perda e o menor custo (YAMAGUCHI, 2009).

Takahashi e Osada (1993, p. 7) ainda dividem as atividades do TPM em 4 partes:

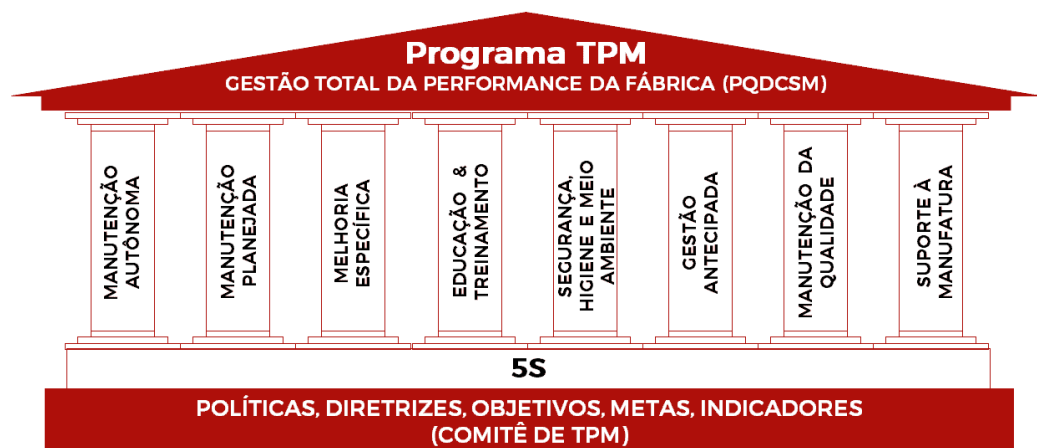
1. Investigar e melhorar máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios, de modo que sejam confiáveis, seguros e de fácil manutenção, e explorar meios para padronizar essas técnicas.
2. Determinar como fornecer e garantir a qualidade do produto através do uso de máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios, e treinar todo o pessoal nessas técnicas.
3. Aprender como melhorar a eficiência da operação e como maximizar sua durabilidade.
4. Descobrir como despertar o interesse dos operadores e educá-los para que cuidem das suas máquinas.

Como é possível perceber, o TPM é uma metodologia que gira em torno dos recursos disponíveis, seja na manutenção e cuidado com as máquinas e equipamentos, seja no treinamento e engajamento das pessoas, ou na correta alocação dos materiais. Além disso, não é só uma metodologia, é, na realidade, uma forma de pensar, provocada pela forte cultura de melhoria contínua, Sousa (2017) ainda afirma que a filosofia do TPM é, acima de tudo, um estado de espírito, ao passo que todos, departamentos e pessoas, devem se sentir responsáveis pela manutenção do sistema.

2.1.1 Pilares

O TPM está estruturado como uma casa, onde cada pilar é uma coluna que dá suporte e sustentação ao método e cada uma delas é responsável por um aspecto, como ilustrado na imagem 2 abaixo:

Figura 02: Pilares do TPM



Fonte: Alves (2020, online)

Atualmente são 8 os pilares que dão a estrutura para o método funcionar, segundo Silveira (2016, online) são:

- Manutenção Autônoma
- Manutenção Programada
- Manutenção da Qualidade
- Melhorias Específicas

- Controle Inicial
- Treinamento e Educação
- Segurança, Higiene e Meio Ambiente
- Áreas Administrativas

Todos são deveras importantes, porém traremos a vista os que, na visão da escritora deste trabalho, são os mais relevantes para o tema.

2.1.1.1 Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma é um dos pilares mais importantes do TPM porque ele exige do operador a responsabilidade de limpeza, inspeção, lubrificação e a manutenção das condições básicas da máquina que ele opera, além do conhecimento técnico e familiaridade adquirido no dia a dia fazendo mais fácil que ele identifique e resolva eventuais anomalias com rapidez (YAMAGUCHI, 2009). Verri (2007, p. 33) ressalta a importância dessa prática ao dizer que ela “diminui em muito os tempos de máquina parada”, contribuindo para a máxima disponibilidade do equipamento, sendo primordial para alcançar a tão desejada máxima eficiência. Além disso, este pilar também tem contribuição no que se diz respeito à segurança e zero acidente dentro do que o TPM prega, porque segundo Martins (2020, online), “o equipamento defeituoso é uma fonte comum de riscos, de modo que as campanhas para atingir zero avarias e defeitos melhoram também a segurança”, se fazendo muito importante na prevenção de acidentes dentro da fábrica.

2.1.1.2 Manutenção Programada

Para Nepomuceno (1989), a manutenção tem como objetivo conservar o equipamento nas condições desejadas para o perfeito funcionamento do mesmo, a fim de que desempenhe muito bem a sua função sem paradas não programadas ou manutenções corretivas. O autor também ressalta a importância de um bom gerenciamento da manutenção programada, também chamada de “overhaul”, para a redução de custos e aumento da eficiência global.

2.1.1.3 Treinamento e Educação

O treinamento e educação é um pilar importante para o TPM porque, de acordo com Campos (2004, p. 178), "a educação e treinamento são um meio para o crescimento do ser humano e deve ser utilizado tendo como grande objetivo a sobrevivência da empresa, por meio do desenvolvimento das habilidades e desejo de trabalhar". O mesmo autor ainda sugere que este pilar pode ser visto como uma "empresa a parte", a qual, segundo Miyuachi (1986, p.37, apud, CAMPOS, 1989, p. 190) seria responsável, entre outras coisas, pelo:

1. Estabelecimento e controle do sistema de desenvolvimento de recursos humanos de toda empresa
2. Identificação das necessidades de educação e treinamento para os recursos humanos
3. Assessoria e aconselhamento as unidades gerenciais e supervisores
4. Estabelecimento e implementação do programa de educação
5. Estabelecimento apoio e providências ao conceito de autodesenvolvimento entre empregados

Este pilar reforça não só a importância de as pessoas serem bem instruídas ou capacitadas, mas também a importância da educação na formação humana e das características inerentes a cada um, como empatia, trabalho em equipe e comunicação.

2.1.1.4 Segurança, Higiene e Meio Ambiente

Este pilar, assim como os outros, é fundamental na metodologia do TPM, porque ele trata da preocupação com a saúde e bem estar físico e mental dos colaboradores, procurando sempre eliminar "situações que prejudiquem a segurança dos colaboradores, além de sempre buscar o aumento da qualidade de vida e a garantia da preservação do meio ambiente" (MARTINS, 2020, online). Por isso, tem como premissa a garantia de um espaço de trabalho seguro, saudável e limpo, evitando acidentes ou impactos nas pessoas e ao meio ambiente (ALVES, 2020).

2.1.1.5 Melhorias Específicas

O pilar de melhorias específicas, como o próprio nome sugere, tem como foco melhorar um problema ou uma questão que esteja acontecendo de forma local, em uma máquina ou equipamento, por exemplo, porém que esteja impactando o todo, gerando quebra, diminuindo os indicadores de produtividade e eficiência, gerando perdas e desperdícios, e tudo que esteja contribuindo para a redução da eficiência global dos equipamentos e do sistema (CYRINO, 2018).

Este pilar conta com projetos desenvolvidos por equipes multidisciplinares, liderados por uma pessoa responsável por traçar e coordenar as ações que serão feitas e também por dirigir o time (JUNIOR, 2020). Este trabalho é um perfeito exemplo de projeto desenvolvido pelo pilar de melhoria específica.

2.1.2 5S

O 5S é uma técnica muito eficaz voltado para ganho de produtividade baseado na mudança de mentalidade das pessoas, não só em um momento específico de trabalho, mas em todas as áreas no aspecto geral e em todos os momentos. Deve ser liderado pela alta administração da empresa, porém deve ter o engajamento de todos, desde o presidente até o chão de fábrica (CAMPOS, 2004). O 5S segue os chamados 5 sentidos: senso de utilização (Seiri), ordenação (Seiton), limpeza (Seisoh), higiene (Seiketsu) e autodisciplina (Shitsuke).

Figura 03: Os 5 Sentidos



Fonte: Silva (2020, online)

Um ambiente limpo e organizado corrobora para que sejam eliminadas “perdas que contribuem para os erros, defeitos e acidentes de trabalho” (LIKER, 2005, p.155), contribui para a cultura de melhoria contínua no espaço de trabalho, além de evitar um ambiente laboral bagunçado, sujo e visualmente desconfortável (LIKER, 2005).

2.1.3 Ferramentas de Resolução de Problemas

2.1.3.1 RCFA

A RCFA (*Root Cause Failure Analysis*) “é um modo sistemático de revisar todas as evidências de uma falha com o intuito de determinar a causa raiz que seja gerenciável e evitar uma nova ocorrência” (ENGINEERING, c2021, tradução nossa, online). A RCFA é geralmente utilizada quando se tem um problema do qual a ou as causas não são conhecidas, semelhante ao ciclo PDCA. Segundo Ramos (2014, p. 24-25), suas etapas são:

1. Brainstorming
2. Diagrama de Causa e Efeito
3. 5 Porquês

A RCFA é seguida pelo monitoramento do plano de ação advindo das causas levantadas por ele para eliminação das mesmas, e também do cenário após a aplicação da ferramenta.

Ramos (2014), de maneira muito eficiente, utiliza esta ferramenta como parte do seu Kaizen de perda de gás carbônico nas enchedoras de uma linha de garrafas retornáveis de uma cervejaria, onde as ações advindas da RCFA auxiliaram na redução do índice de consumo de gás carbônico em 60%.

2.1.3.2 LPP

A LPP (Lição ponto a ponto), é uma ferramenta muito útil na disseminação do conhecimento e na padronização de processos, pois, em semelhança ao POP (Procedimento Operacional Padrão), passa por todas as etapas de um determinado processo ou atividade, enumerando e explicando o passo a passo correto, ou o mais adequado para a realização daquela tarefa. Entretanto, para garantir a sua efetividade, algumas condições precisam ser atendidas em uma LPP, Rosseti (2020, online) dá alguns exemplos de como ela deve ser:

- Simples e visual
- Objetiva e curta
- De fácil entendimento por todos

Essas condições garantem que qualquer pessoa que for realizar aquela atividade entenda como ela deve ser feita do início ao fim, evitando problemas de método de execução, e também contribui para padronização dos procedimentos e para a gestão e manutenção do conhecimento dentro da empresa.

2.1.3.3 Kaizen

Imai (1992, p. 8) sabiamente afirma que “o ponto de partida para o melhoramento é a descoberta da necessidade”, ressaltando o papel importante dos problemas, e a oportunidade que eles nos apresentam de melhorar, e, este mesmo autor, em seu livro Kaizen (1992), ministra uma aula sobre a importância da melhoria contínua e todos os aspectos que ela abrange.

O Kaizen, dentro da metodologia do TPM, nada mais é do que o que foi dito anteriormente, uma metodologia de melhoria contínua, que busca a resolução de um problema crônico e complexo, e também a padronização dos processos promissores implantados nas descobertas e da correção dos antigos. Ele é semelhante aos círculos de Controle de Qualidade que Imai (1992) descreve ao discorrer sobre melhoria contínua, com a diferença que esses círculos são permanentemente voltados para atividades de qualidade e fazem isso de maneira contínua como parte do programa da empresa, e neste caso, este grupo é formado para um projeto específico e, depois de concluído o projeto, ele é desfeito.

Para os propósitos mencionados acima, o Kaizen inclui várias etapas, como verificadas abaixo:

2.1.3.3.1 Folha de Abertura

Na folha de abertura, definem-se: os participantes, o líder, o problema a ser tratado, o indicador que será analisado e a unidade que será usada para medi-lo, a lacuna e a meta, o tempo de duração do Kaizen, frequência de reuniões e outros parâmetros iniciais. A folha de abertura é crucial para que todos tenham clareza do problema e da dimensão do desafio, noção dos seus papéis e engajamento.

2.1.3.3.2 Estratificação

“A estratificação é uma análise de processo, pois é um método para ir em busca da origem do problema” (CAMPOS, 2004, p. 229), a principal tarefa é entender o histórico do indicador escolhido na folha de abertura e o decompor em partes menores até que se identifique o(s) ponto(s) de maior impacto no resultado geral, ou seja, as oportunidades de melhoria.

2.1.3.3.3 Análise de Falha

Nesta etapa, depois de definidas as oportunidades de melhoria, é feita uma análise de falha, a qual Cyrino (2016) coloca como sendo de fundamental

importância para a descoberta das causas das falhas e defeitos, que podem incluir a RCFA, o Diagrama de Ishikawa, os 5 Porquês, entre outras ferramentas da qualidade, para achar a(s) causa(s) raiz(es) reais das possíveis causas propostas

2.1.3.3.4 Plano de Ação

Depois da análise de falha, onde já se conhece as causas raízes do problema, é traçado um plano de ação com ação, dono e prazo, contemplando cada uma das causas identificadas. O plano de ação, nada mais é do que “uma ferramenta simples que trata basicamente de um conjunto de tarefas ou atividades que sejam tomadas para que se atinja um objetivo ou uma meta” (BASTIANI, 2013, online), sendo de fácil implementação.

2.1.3.3.5 Padronização

“Padronização de Processos é o ato de organizar e formalizar os processos, desenvolvendo um padrão a ser seguido por todos os colaboradores” (Almeida, 2018, online), então neste momento, através das LPP's, padroniza-se os novos processos implementados no plano de ação ou aqueles que eram feitos, mas não eram padronizados, para garantir que as causas raízes foram eliminadas e que o problema não ocorra novamente.

2.1.3.3.6 Monitoramento

Ao fim do ciclo, monitora-se o indicador por um determinado tempo para confirmar que as análises e ações realizadas foram de fato eficazes contra o problema inicial, e faz-se a validação de tudo aquilo que foi definido na folha de abertura para fazer o fechamento do ciclo.

2.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA LAVADORA DE GARRAFAS

Para que a garrafa retornável que chega do mercado esteja em condições de higiene e segurança de alimentos para retornar para a linha de produção, ela precisa

passar pela lavagem de garrafas, a fim de ficar completamente limpa por dentro e por fora para seguir no processo de produção.

Esta lavagem é realizada na lavadora de garrafas, e tem como objetivo a remoção de toda sujidade e dos rótulos vindos do mercado, através da ação química, térmica e mecânica. Essas sujidades podem ser microrganismos, cimento, areia, papel, plástico, dentro outros materiais, e os rótulos, corpo e gargalo, que são empregados na garrafa para a produção. A lavagem ocorre em 5 etapas

A primeira e a segunda etapa são a pré lavagem, onde a garrafa recebe jatos de água quente e são imersas em tanques. Na terceira etapa, as garrafas são imersas em um tanque diferente para receberem o aditivo, que aumenta a eficiência da soda cáustica na ação de desinfecção e remoção dos rótulos e da cola.

Após isso, na quarta etapa, as garrafas passam por jatos de água novamente para retirar resquícios de soda cáustica e completar a lavagem, e, na quinta etapa, elas são lavadas novamente para fins de resfriamento e garantia de limpeza (LOURENÇO, 2021, pg. 18).

3 METODOLOGIA

Este trabalho é um estudo de caso, o qual se utiliza da pesquisa exploratória em função de ter o objetivo de conhecer o fenômeno em foco, e levantar possíveis causas do seu acontecimento. Além disso, o principal método de pesquisa contemplado é o método analítico, que tem como característica a análise, ou decomposição das partes que compõem o fenômeno, a fim de compreendê-lo melhor (SIQUEIRA, 2013).

Ademais, ao longo do estudo foi realizada uma metódica pesquisa bibliográfica em livros e periódicos acadêmicos, como artigos, dissertações e monografias, assim como também em sites especializados no assunto. Ainda, foi feita uma pesquisa de campo para a obtenção e registro de dados, através da conversa com operadores, técnicos, coordenadores e gerentes, e também da observação e acompanhamento *in loco* das quantidades consumidas e do indicador estudado.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa na qual este trabalho foi desenvolvido é uma fábrica de cerveja de uma companhia multinacional localizada no Estado do Pará, que conta atualmente com 2 linhas de envasamento de cerveja. São elas, linha 4, onde ocorre envasamento de cerveja em latas de 269ml e de 350ml com velocidade nominal de 60.000 latas por hora, e a linha 1, com envasamento em garrafas de vidro retornável de 600ml e de 1L, com velocidade nominal de 60.000 e 33.000 garrafas por hora, respectivamente.

4.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Acompanhou-se durante alguns meses o indicador geral de soda cáustica da cervejaria, que é composto pelo consumo das áreas de envase, contemplando as linhas de latas e de garrafas, brassagem, filtração, ETDI (Estação de tratamento de despejos industriais) e adega. A partir desse acompanhamento, foi observado que o mesmo estava acima da meta estipulada na maioria desses meses, gerando um custo além do orçado para a cervejaria.

4.3 FOLHA DE ABERTURA

Para início do kaizen, a primeira etapa é a folha de abertura, que delimita vários aspectos do projeto, como já explicado acima (item 2.1.3.3.1). Nesta etapa, definiu-se o time, que foi composto por 6 pessoas: 1 gerente, 2 técnicos, 2 operadores e 1 estagiária; sendo o operador com mais conhecimento sobre a lavadora de garrafas definido como o líder do projeto.

Além disso, foi definido para fins de simplificação de acompanhamento e controle que seria utilizado o próprio indicador de soda da fábrica como o indicador fundamental, o qual é medido em quilograma de soda utilizada, dividido pelo *produced* (kg/prod). O *produced*, como é chamado, nada mais é do que todo o

volume envasado na fábrica somado a todo o volume produzido de mosto na produção de cerveja dividido por dois, como mostrado na fórmula 1 abaixo.

Fórmula 01: Cálculo do *Produced*

$$\frac{(\text{Volume de cerveja envasada} + \text{Volume de mosto produzido})}{2}$$

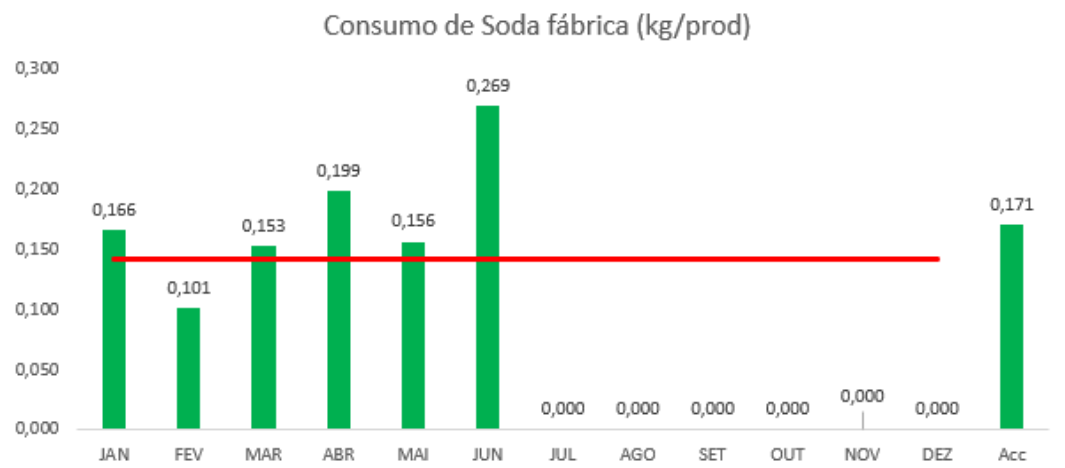
Fonte: Empresa Estudo de Caso (2021)

Outro ponto importante definido na folha de abertura foi o propósito do trabalho de reduzir este indicador para níveis bem menores ao anteriores, historicamente altos e, se possível, o colocar dentro da meta estabelecida de 0,030 kg/prod de uso na lavadora, 0,040 kg/prod na Linha 01.

4.4 ESTRATIFICAÇÃO

Para descobrir onde estava a fonte de maior consumo de soda cáustica, foi analisado o gráfico de consumo geral da fábrica, mostrado no gráfico abaixo, para então fazer uma estratificação partindo do global ao local, para se ter um entendimento melhor de como estava o consumo das partes que compõem esse indicador até junho. Considerando que no mês de fevereiro não houve volume de produção, e no mês de março houve pouco volume.

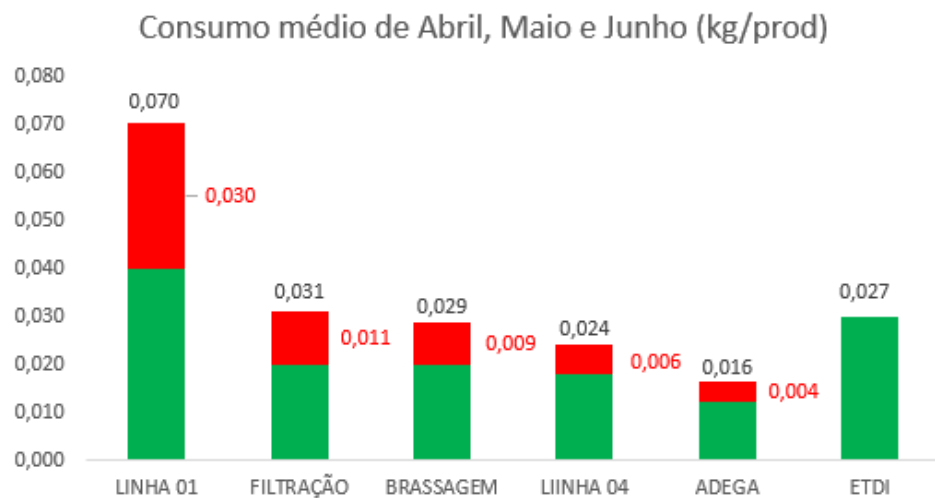
Gráfico 03: Consumo de Soda Cáustica da Fábrica



Fonte: Baseado em dados da empresa Estudo de Caso (2021)

Com base no gráfico 3, outro gráfico foi gerado tomando como base a média do consumo das áreas dos três meses anteriores ao início deste trabalho, ou seja, abril, maio e junho; a fim de organizar melhor os dados e de visualizar melhor o cenário para uma acertada tomada de decisão.

Gráfico 04: Estratificação do consumo por área

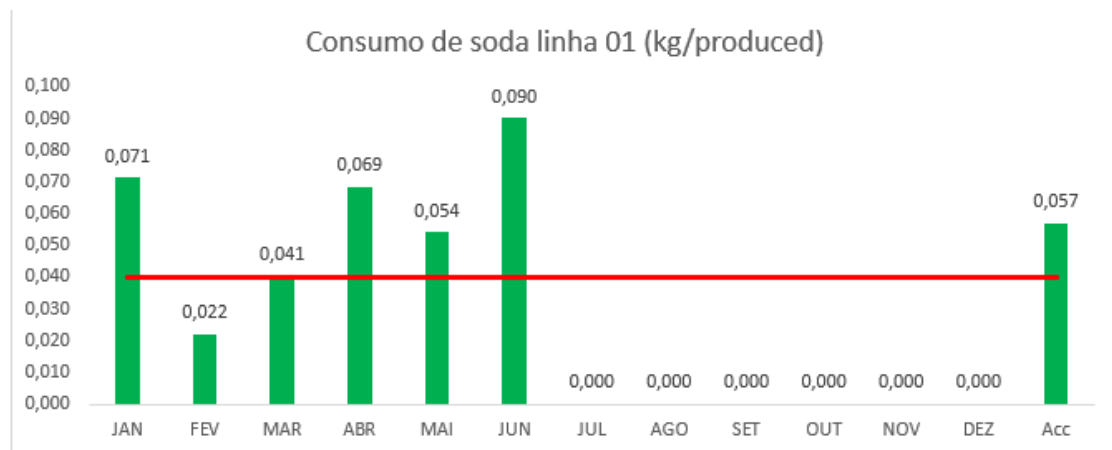


Fonte: Autora (2021)

Como pode-se perceber claramente a partir da análise do gráfico 04, o maior consumo de soda entre as áreas da fábrica é na linha 01 de garrafas de vidro retornáveis, com lacuna de 0,030 kg/prod entre seu consumo médio dos últimos três meses e sua meta, sendo seguido por filtração e brassagem.

Em conhecimento dessa informação, se fez necessário analisar o gráfico de consumo da linha 01.

Gráfico 05: Consumo de Soda da Linha 01



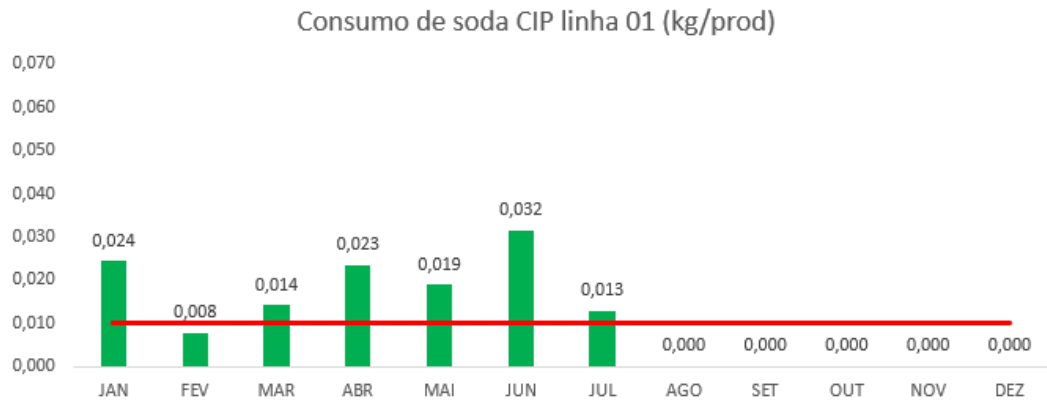
Fonte: Baseado em dados da empresa Estudo de Caso (2021)

Em seguida, abriu-se ainda mais a estratificação nas duas atividades que utilizam soda cáustica na sua linha 01, o CIP (*Cleaning in Place*, no português Lavagem no local) e a lavagem de garrafas. Porém, os responsáveis por gerar esses indicadores decidiram separar os consumos da Linha 01 em lavadora e CIP a partir do mês de julho. Então, para facilitar a visualização e a análise dos dados, utilizou-se o consumo de julho para fazer uma projeção de consumo dessas duas atividades dos meses de janeiro até junho.

Percebeu-se, a partir da análise deste mês, que o consumo na lavadora de garrafas representa cerca de 65% do consumo da Linha 01, enquanto o CIP é responsável pelos 35% restantes. A partir dessa percepção foram gerados os gráficos 6 e 7 abaixo.

O CIP consiste em uma limpeza profunda em máquinas e equipamentos, utilizando produtos químicos e água, muito comum em indústrias de alimentos e bebidas. E um desses produtos químicos utilizados, além de detergentes e espumas sanitizantes, é a soda cáustica, por isso temos abaixo a projeção do índice de consumo desse material nos CIP's realizados nas enchedoras da Linha 01 durante os meses do ano.

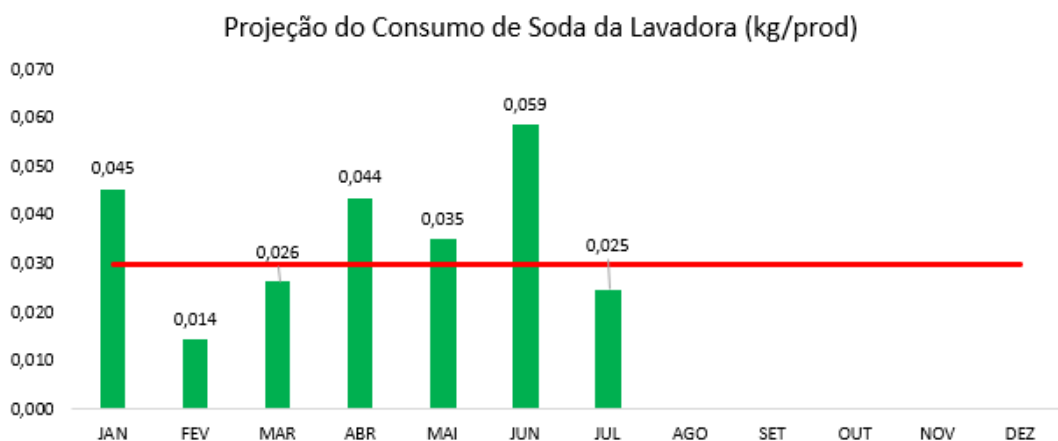
Gráfico 06: Projeção do consumo anterior de CIP com soda



Fonte: Autora (2021)

Além do CIP, outra atividade que exige o consumo de soda é a lavagem de garrafas, que como já mencionado acima, utiliza água quente, soda cáustica e aditivo para retirar os rótulos através da ação química e mecânica e também higienizar as garrafas por dentro e por fora. Em virtude disso, temos a projeção do consumo de soda na lavadora de garrafas nos meses do ano.

Gráfico 07: Projeção do consumo anterior de soda cáustica Lavadora



Fonte: Autora (2021)

A partir dos gráficos 06 e 07, pode-se notar que a maior lacuna de consumo de soda cáustica é na lavadora de garrafas, o qual a meta é de 0,030 e em cinco dos sete meses do ano analisados, o indicador se encontra fora da meta. Além disso, é onde está também a oportunidade de maior retorno financeiro para a empresa, visto que o CIP é feito quando necessário e em momentos específicos, enquanto que a concentração de soda cáustica na lavadora de garrafas para uma

limpeza eficiente precisa ser mantida o mês inteiro. Por esses motivos decidiu-se focar a execução deste trabalho na lavadora de garrafas, a fim de aplicar a análise de falha, encontrar a causa raiz e eliminá-la através do plano de ação, e então fazer uma análise dos resultados.

4.5 ANÁLISE DE FALHA

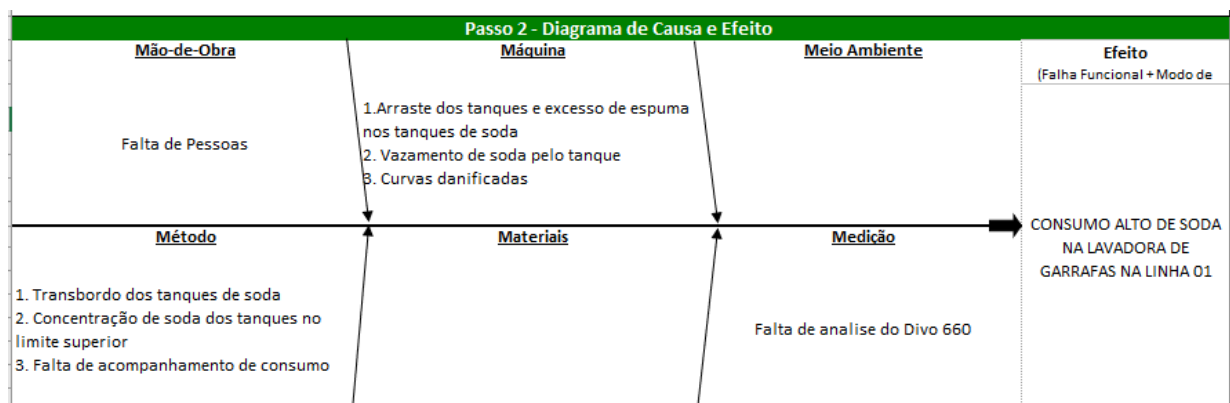
A ferramenta Kaizen exige que seja feita uma análise de falha do problema estudado para que se possa avaliar o cenário e as variáveis envolvidas na situação para que se possa então chegar às causas raízes. Neste caso, foram escolhidas duas ferramentas para esse fim, o Diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês.

4.5.1 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito, tem como objetivo “apresentar a relação entre o problema e suas possíveis causas” (FM2S, 2021, online), com o propósito de evidenciar melhor as possíveis razões que estariam levando a falha.

Neste caso, o diagrama foi construído a partir das percepções dos operadores responsáveis pela máquina em foco, a lavadora de garrafas, que levaram ao descarte da soda cáustica, ou a diminuição de sua concentração, sendo necessário uma nova dosagem.

Figura 04: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Baseado em dados da empresa Estudo de Caso (2021)

A partir do diagrama foi possível mapear 8 prováveis causas de falha, assim como classificá-las em material, método, mão de obra, medição, meio ambiente e máquinas. Dentro das 6 classificações possíveis, percebeu-se que das 8 causas levantadas, 6 estavam relacionadas a máquinas e métodos.

Com base nisso, é necessário colocar à prova as causas levantadas para avaliar se elas de fato procedem como causas motivadoras do problema, através da aplicação da ferramenta dos 5 Porquês, com o objetivo de se chegar à verdadeira causa raiz.

4.5.2 5 Porquês

A ferramenta dos 5 Porquês, criada por Sakichi Toyoda, é muito eficiente na investigação das causas raízes dos problemas, porque segundo Imai (1992, p. 43) “Frequentemente, a primeira resposta ao problema não é a causa principal”, o que Napoleão (2019, online) vai explicar como sendo “uma ferramenta que consiste em perguntar 5 vezes o porquê de um problema ou defeito ter ocorrido, a fim de descobrir a sua real causa, ou seja, a causa raiz”.

Figura 05: Análise dos 5 porquês

Análise de 5 Porquês das possíveis causas identificadas (E - Evidência: Escrever "S" se o problema foi evidenciado ou "N" se o problema não foi evidenciado)									
Possíveis Causas	1º Por quê	E	2º Por quê	E	3º Por quê	E	4º Por quê	E	5º Por quê
Arrosse dos tanques e excesso de espuma nos tanques de soda	Baixo Nível dos tanques	sim	A água do processos que completa o nível dos tanques baixa a concentração de soda	Sim	Bomba de circulação de soda desativada	sim			
Concentração de Soda dos tanques no limite superior	Baixa eficiencia na remoção de rotulos	sim	Agitação dos soda nos tanques baixo	sim	Extrator 2 desligado	sim	Motor travado	sim	Esteira de cascata parada
			Aditivo em baixa concentração (Divo 660)	sim	Falta padronização de dosagem do aditivo	sim			
			Excesso de sujidade dos tanques de soda	sim	Falha na analise de sujidade de soda.	Não			
Vazamento de soda pelo tanque	Furo na serpentina	sim							
Curvas Danificadas	Falta de inspeção		Falta de Análise laboratoriais do Divo 660		Falta de procedimento padronizado	sim			
Falta de Pessoas	Redução de quadro por conta da pandemia								
Transbordo dos tanques de soda	Falha na manobra de dosagem de soda	sim	Falha de dosagem de soda manual deixada aberta	sim					
	Operador dosa soda na base conhecimento	sim	Falta de padrão para dosagem de soda	Sim					

Fonte: Baseado em dados da empresa Estudo de Caso (2021).

Desse modo, pôde-se aplicar essa ferramenta com o propósito de eleger as causas que procediam como originárias dos problemas, colocando um 's' para sim e também as que não procediam colocando um 'n' para não, e chegou-se a 6 causas raízes, como listadas abaixo:

Tabela 01: Causas raízes

Causas Raízes
Bomba de circulação de soda desativada
Extrator 2 desligado
Falta padronização de dosagem do aditivo
Falta de procedimento padronizado
Falha de dosagem de soda manual deixada aberta
Falta de padrão para dosagem de soda

Fonte: Autora (2021)

Através da tabela mostrada, é possível perceber que das 6 causas, 4 delas (destacadas de verde) são problemas de padronização, os quais são tratados ou resolvidos através da criação de um padrão para a atividade, ou seja, um passo a passo a ser executado, levando ao desenvolvimento de LPP's para essas atividades.

4.6 PLANO DE AÇÃO

Depois de completa a análise de falha, e levantadas as causas raízes, direcionou-se para o próximo passo, o plano de ação.

Para as causas raízes levantadas, elaborou-se um plano de ação contendo as ações a serem executadas, os responsáveis por elas e os seus respectivos prazos, como exibido no trecho retirado do plano de ação original abaixo, onde o nome dos colaboradores envolvidos foram substituídos pela primeira letra de seus nomes:

Figura 06: Trecho do plano de Ação

O que?	Quem?	Quando?	Status
LPP de dosagem de Soda Caustica por tanque	G	27/07/2021	OK
Rever os padrões de controle da lavadora	G	27/07/2021	OK
LPP pressão do pré esguicho	G	27/07/2021	OK
LPP para gestão visual do nível máximo da lavadora	G	27/07/2021	OK
Criar LPP para Padronizar concentração do Divo	G	27/07/2021	OK
LPP concentrações de soda	JU	03/08/2021	OK
LPP de Bloqueio loto na válvula do filtro do esguicho	G	03/08/2021	OK
Verificar unidade de medição de soda	T	03/08/2021	OK
Fazer Limpeza dos esguinchos	G		OK
Reativar o extrator 2	E	27/07/2021	
Retirar vazamentos das válvulas de descarte do tanque 1 e 3	G		OK
Fazer Limpeza dos extratores	JA		OK
Retirar 20 pentes para inspeção dos tanques	G		OK
Fazer Limpeza e inspeção da mesa de carga	JU		OK
Fazer Limpeza Geral da piscina	JU		OK

Fonte: Baseado em dados da empresa Estudo de Caso (2021)

Como é possível verificar, várias das ações foram apenas simples padronizações que ao final fizeram muita diferença, e várias também foram realizadas para que o processo primeiramente voltasse as condições básicas de funcionamento e depois fosse aprimorado com a implementação de ações de melhoria. Para algumas delas não foram estabelecidos prazos definidos por serem ações muito pontuais que precisariam da linha parada e que só poderiam ser feitas aos poucos e quando houvesse oportunidade.

Ao final do deste projeto verificou-se o cumprimento de 77,5% das ações previstas no plano de ação inicial, contemplando desde ações simples, como o acompanhamento do consumo semanal de soda cáustica pela lavadora, a mais complexas, como a cotação de outro aditivo químico.

4.7 PADRONIZAÇÃO

Durante as ações realizadas, descobriu-se que algumas atividades não tinham um padrão de execução; um operador, mais experiente, sabia a melhor maneira de realizar aquela atividade, porém os outros faziam cada um a seu modo. Então, para que houvesse um padrão de execução de algumas atividades

importantes ligadas a soda cáustica, foram feitas algumas LPP's, como evidenciado no plano de ação, que mostram o passo a passo da melhor maneira conhecida de realizar tais atividades, como por exemplo, a atividade de puxar soda para a lavadora e a de bloqueio loto das válvulas.

4.8 MONITORAMENTO

Depois da conclusão de todas as etapas que compõem o kaizen, houve o monitoramento do consumo e do indicador de soda cáustica por 3 meses para garantir que o projeto desenvolvido de fato teve resultados positivos e permanentes. Além disso, validou-se as informações de lacuna e meta levantadas na folha de abertura, assim como os impactos financeiros positivos para a companhia.

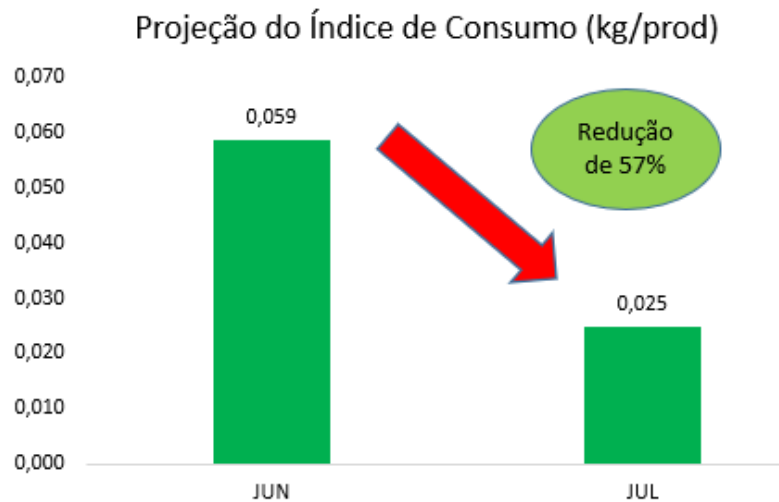
4.9 RESULTADOS

A seguir, serão apresentados os resultados na sequência do local para o global:

4.9.1 Resultado Lavadora de Garrafas

Comparando a projeção de medição do último mês antes do projeto com a medição logo do primeiro mês do projeto, observou-se a redução de 57% no indicador de consumo da lavadora de garrafas, como é possível averiguar no gráfico 08. Essa redução trouxe um impacto muito positivo para a equipe e credibilidade ao projeto.

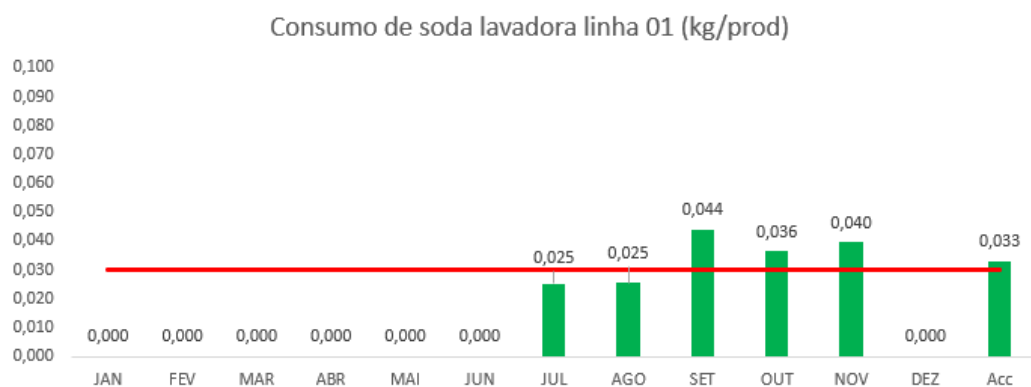
Gráfico 08: Comparação entre índices



Fonte: Baseado em Dados da Empresa Estudo de Caso (2021)

Ainda na fase de monitoramento do indicador da lavadora de garrafas, 4 meses após a conclusão das etapas 8 e 9, obteve-se o resultado conforme pode ser visto no gráfico 9:

Gráfico 09: Consumo de soda cáustica Lavadora de Garrafas



Fonte: Baseado em Dados da Empresa Estudo de Caso (2021)

Neste gráfico, pode-se observar claramente a redução do indicador a partir de julho, mês de início deste projeto, em comparação ao gráfico 07 que mostra a projeção deste indicador fora de controle na maior parte dos meses de janeiro a junho.

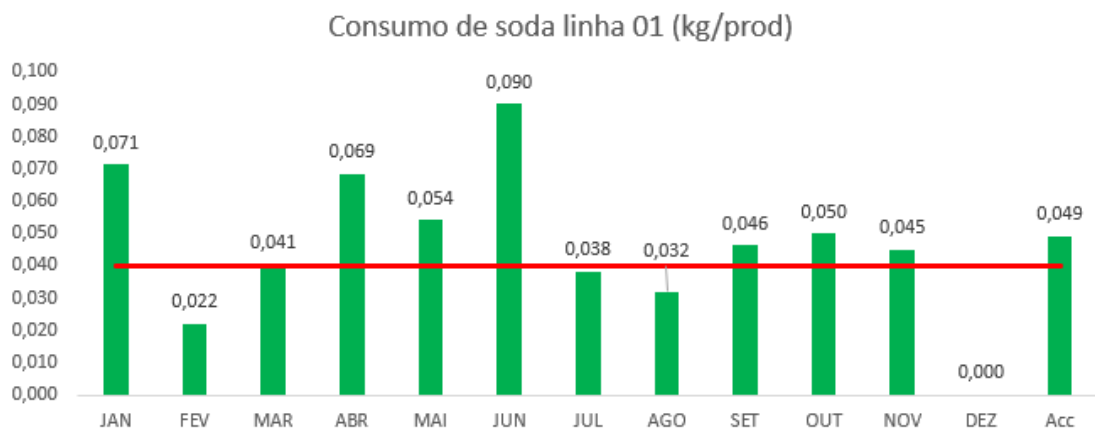
Entretanto, como é possível perceber, apesar da redução significativa do indicador ao longo dos meses do segundo semestre do ano, em relação ao primeiro, e fechamento abaixo da meta nos primeiros dois meses de projeto, ele permanece fora da meta nos meses subsequentes. Ainda assim, mesmo todos os meses não

estando dentro da meta estabelecida, são considerados resultados muito promissores e de grande valia, a vista do cenário anterior a ele e devido a estabilidade do cenário atual.

4.9.2 Resultado Linha 01

Da mesma forma, temos a clara e visual percepção de diferenças de cenário do primeiro e segundo semestre do ano ao analisarmos o gráfico 10, que nos mostra que, do mesmo jeito que o indicador da lavadora encerrou abaixo da meta nos dois primeiros meses de projeto, e acima da meta nos meses seguintes porém com índices muito melhores aos anteriores, o indicador da Linha 01, formado por consumo de CIP e lavadora, acompanhou com o mesmo comportamento, mostrando o protagonismo que a lavadora de garrafas tem na formação do indicador da Linha 01, e a estabilidade de valores advindos dela.

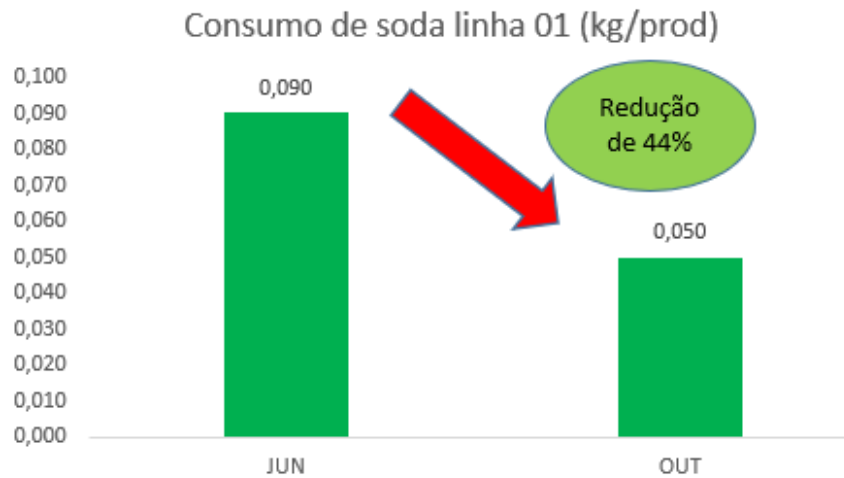
Gráfico 10: Consumo de soda cáustica Linha 01



Fonte: Baseado em Dados da Empresa Estudo de Caso (2021)

Ao analisar o gráfico acima e comparar o índice de junho, antes do projeto, com outubro, mês de maior índice depois do projeto, temos uma diferença de 44% entre indicadores, exposto no Gráfico 11, o que traz à vista novamente resultados muito positivos e a garantia da efetividade do projeto.

Gráfico 11: Comparação Junho vs. Outubro

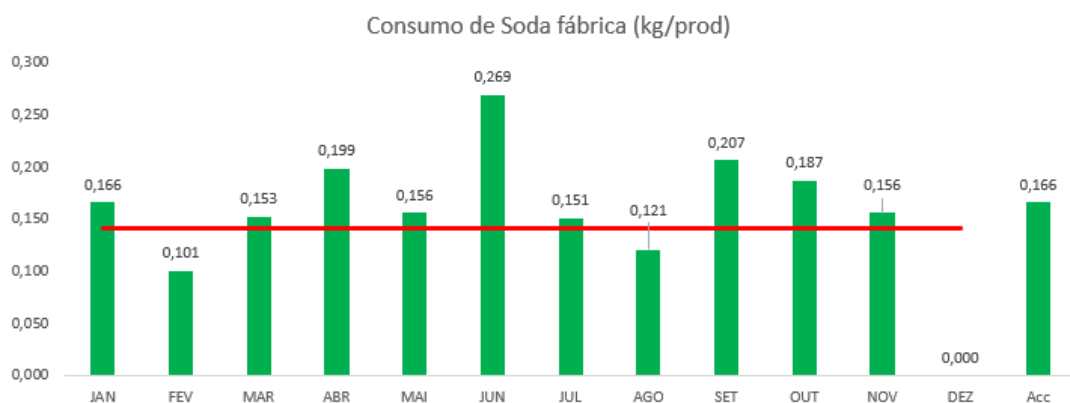


Fonte: Baseado em Dados da Empresa Estudo de Caso (2021)

4.9.3 Resultado Fábrica

Finalmente, chega-se ao indicador geral da fábrica (Gráfico 12), que como já mencionado, leva em consideração 5 áreas diferentes que consomem soda cáustica em seus processos produtivos na fábrica.

Gráfico 12: Consumo de soda cáustica fábrica



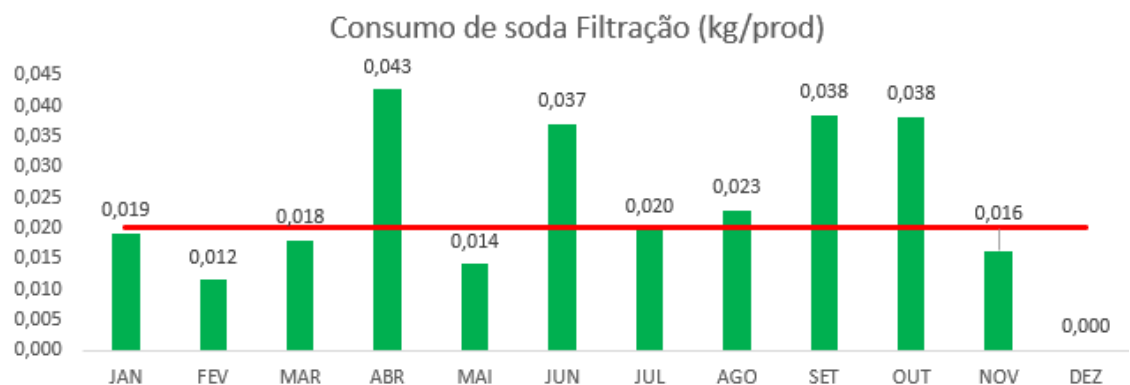
Fonte: Baseados em dados da Empresa Estudo de Caso (2021)

Ao avaliar o gráfico 12, pode-se notar que o mês de julho fechou próximo a meta e o mês de agosto fechou dentro da meta, o que ocasionou um impacto positivo já esperado em decorrência de todo o trabalho realizado, no que verificou-se

no início como sendo a área de maior consumo do material estudado. Porém os meses de setembro, principalmente, e outubro fecharam bem acima da meta, mais ainda, em valores acima até mesmo de vários meses do primeiro semestre, ou seja, antes do início do projeto, o que sugere que outras áreas tiveram um pontual aumento do consumo de soda cáustica nesses dois meses, causando grande interferência no indicador, pois no mês de novembro, o indicador volta a ficar próximo à meta.

Esta hipótese consegue ser comprovada pela análise do gráfico da área de filtração a seguir.

Gráfico 13: Consumo de soda cáustica filtração



Fonte: Baseado em Dados da empresa Estudo de Caso (2021)

Percebe-se notoriamente que a área de filtração obteve um consumo em setembro e outubro, bem além da meta e também da média da maior parte dos meses do ano, sendo dois meses de consumo incomuns a área e consequentemente gerando grande impacto no indicador geral da Fábrica, onde cabe-se uma investigação.

4.9.4 Resultado Financeiro

Para fechamento e complemento da importância que este trabalho teve para a fábrica, resolveu-se fazer uma análise do resultado financeiro do custo empregado ao consumo de soda cáustica pela Linha 01 ao longo dos meses, como pode ser observado no gráfico 14:

Gráfico 14: Consumo de soda cáustica da linha 01 em reais



Fonte: Baseado em dados da Empresa Estudo de Caso (2021)

A partir do gráfico é possível ver os valores despendidos em reais com soda cáustica para a Linha 01 ao longo do ano pela companhia, nota-se a maior estabilidade do segundo semestre em relação ao primeiro, ressaltando que não houve volume de produção no mês de fevereiro e pouco volume de produção no mês de março. Porém, destaca-se o mês de outubro, com um valor alto em relação à média dos meses posteriores ao trabalho e a alguns dos meses anteriores também. Essa conjuntura se deu por um problema mecânico não previsto no Kaizen que se permeou por boa parte de outubro, o que levou a vários descartes de soda cáustica no mês, sendo necessária uma nova dosagem toda vez que ele acontecia, consequentemente aumentado o custo com soda naquele mês.

Apesar disso, levando em consideração a soma dos custos despendidos com soda cáustica dos três meses anteriores ao projeto e dos três meses posteriores ao projeto, temos o resultado que pode ser visto na tabela 01 abaixo:

Tabela 02: Comparação entre custos

Abril - Junho	Julho - Setembro
R\$44.813,70	R\$33.641,64
Diferença	R\$ 11.172,06

Fonte: Autora (2021)

Desta forma, podemos visualizar claramente que, mesmo com os problemas inesperados do mês de outubro, ainda sim, obteve-se uma diferença notória de R\$11.172,06 comparando os custos dos três meses antes e após ao projeto, o que é um resultado financeiro muito significativo, trazendo confirmação sobre a estimável e importante contribuição deste trabalho, não só em termos de economia de recursos, mas principalmente trazendo um positivo resultado financeiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da metodologia do TPM e do Kaizen possibilitaram a profunda investigação do fenômeno que estava acontecendo, a saber, o alto consumo de soda cáustica na lavadora de garrafas, o qual suas causas não eram conhecidas. Na finalização do projeto, processos importantes foram padronizados, descobertas foram feitas, a avaliação e cotação de um aditivo mais eficiente foram realizados, e o plano de ação encerrado com 77,5% de implementação.

Após a conclusão do projeto, obteve-se resultados muito positivos, onde o objetivo principal de reduzir o indicador da lavadora de garrafas e, se possível deixá-lo dentro da meta, foi alcançado com êxito logo no primeiro mês com redução de 57% em relação ao mês anterior a ele e no mês seguinte também, fechando os dois primeiros meses dentro da meta estabelecida, e os meses posteriores em níveis fora, porém estáveis e bem menores que os do cenário anterior a este trabalho.

Além disso, em consequência da redução do consumo houve também a redução do custo com o material, o qual somado ao longo dos meses, trouxe uma economia significativa para a empresa, o que comprovou a efetividade e o grau de relevância que este trabalho teve para a companhia.

Ressalta-se que a projeção realizada de consumo de soda cáustica pela lavadora de garrafas dos meses de janeiro a junho foi baseada na proporção verificada somente do mês de julho, porque precisava-se de um base de consumo inicial dos meses anteriores e o mês de julho foi o primeiro mês em que houve a separação dos consumos.

Sugere-se que futuramente seja feita uma investigação para se descobrir o porquê a área de filtração obteve índices incomuns de consumo de soda nos meses de setembro e outubro, para que, pela eliminação da causa raiz, não volte a ocorrer,

gerando impacto no indicador geral da fábrica. Além disso, recomenda-se também que posteriormente seja feito um estudo comparando consumo de soda cáustica em quilograma e volume de produção em hectolitro, para se ter uma visão mais aprofundada dos impactos deste trabalho. Em adição, aconselha-se também uma análise posterior na proporção de consumo de soda cáustica entre lavadora e CIP para que se confirme a proporção experimental utilizada neste trabalho.

Encontrou-se alguma dificuldade na realização da pesquisa bibliográfica deste trabalho, principalmente no tocante a metodologia do *Total Productive Maintenance* em si, onde verificou-se que ainda poucos trabalhos acadêmicos exploram este tema que se mostrou tão interessante e eficaz.

Em conclusão, ao utilizar o Kaizen para solucionar ou amenizar um problema crônico, muitas lições foram aprendidas, especialmente em relação à metodologia do TPM, que se mostrou uma eficiente ferramenta para promoção de melhorias em processos produtivos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Vinicius Nóbile de Almeida. **Entenda tudo sobre Padronização de Processos**: o que é, importância, benefícios e como fazer. Euax, 2018. Disponível em: <https://www.euax.com.br/2018/09/padronizacao-de-processos/>. Acesso em: 06 de dez. 2021.

ALVES, Fábio. **Manutenção Produtiva Total**: entenda e aplique os 8 pilares do TPM. Kimia, 2020. Disponível em: <https://www.kimia.com.br/manutencao-produtiva-total-saiba-mais-sobre-os-pilares-do-tpm/>. Acesso em: 21 de nov. 2021.

BASTIANI, Jeison Arenhart de. **Como executar Planos de Ação?** Blog da Qualidade, 2013. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/como-executar-planos-de-acao/>. Acesso em: 06 de dez. 2021.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário da Cerveja 2020**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja4.pdf>. Acesso em: 03 de dez. 2021.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês**. 2ª Edição. Nova Lima: Editora Vicente Falconi Campos, 2004.

COUTINHO, Thiago. **O que é a ferramenta TPM (Manutenção Produtiva Total)?** Voitto, 2017. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/ferramenta-tpm>. Acesso em: 05 de dez. 2021.

CYRYNO, Luis. **Análise de falhas máquina e equipamentos**. Manutenção em Foco, 2016. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/melhoria-especifica-metodologia-tpm/>. Acesso em: 06 de dez. 2021.

CYRYNO, Luis. **Melhoria específica: Metodologia TPM**. Manutenção em Foco, 2018. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/melhoria-especifica-metodologia-tpm/>. Acesso em: 02 de dez. 2021.

ENGINEERING, Pioneer. **Root Cause Failure Analysis**. Pioneer Engineering, c2021. Tradução nossa. Disponível em: <https://www.pioneer-engineering.com/services/root-cause-failure-analysis>. Acesso em: 02 de dez. 2021.

FM2S. **O que é o Diagrama de Ishikawa ou de Causa e Efeito? Onde é aplicado?** FM2S, 2021. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/diagrama-causa-efeito-ishikawa/>. Acesso em: 23 de nov. 2021.

Garrafas Em Uma Cervejaria Através De Um Kaizen. 2014. 74 p. Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de Lorena, São Paulo, 2014.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo.** 4ª Edição. Tradução do Instituto Imam. São Paulo: Editora Imam, 1992.

INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Biosan. **O que é Clean in place (CIP) e como funciona.** Biosan, 2020? Disponível em <https://biosan.net.br/o-que-e-clean-in-place-cip-e-como-funciona/>. Acesso em: 24 de nov. 2021.

JUNIOR, Luiz Otávio Goi. **Os 8 pilares do TPM: Manutenção produtiva total.** Administradores, 2020. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/tpm-total-produtive-maintenance>. Acesso em: 02 de dez. 2021.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 13 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LOURENÇO, Eduardo Ferreira. **Economia de Insumos em Lavadora de Garrafas.** 2021. 25 p. Universidade Federal de Uberlândia: Faculdade de Engenharia Química, Minas Gerais, 2021.

MARTINS, Túlio. **Segurança e Meio Ambiente: 8 Pilares do TPM.** Tulio Martins, 2020. Disponível em: <https://tuliomartins.com.br/seguranca-e-meio-ambiente-8-pilares-do-tpm/>. Acesso em: 21 de nov. 2021.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM: Total Productive Maintenance.** Portal TPM, 1989. Disponível em: <http://portaltpm.com.br/pdf-metodologia-tpm/Prefacio%20de%20Livros2.pdf>. Acesso em: 23 de nov. 2021.

NAPOLEÃO, Bianca Minetto. **5 Porquês.** Ferramentas da Qualidade, 2019. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/5-porques/>. Acesso em: 23 de nov. 2021.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de Manutenção Preditiva.** Vol. 2. 1ª edição. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 1989.

RAMOS, Italo Ireno. **Redução No Consumo De Co2 Em Enchedoras De ROSSETI, Gabriel. Saiba como a lição ponto a ponto contribui para a produtividade da empresa.** Voitto, 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-licao-ponto-a-ponto-llp>. Acesso em: 02 de dez. 2021.

SACCHAROBEER CONSULTORIA. **Dados atuais sobre o setor cervejeiro.** Saccharobeer, c2020. Disponível em: <https://saccharobeer.com/dados-do-setor-cervejeiro/#.YaxGjdDMLIV>. Acesso em: 03 de dez. 2021.

SANTOS, Mariana Teófilo. **Lean Manufacturing: melhoria contínua como diferencial competitivo.** Administradores, 2019. Disponível em:

<https://administradores.com.br/artigos/lean-manufacturing-melhoria-cont%C3%ADua-como-diferencial-competivo>. Acesso em: 05 de dez. 2021.

SILVA, Felipe. **Como aplicar a metodologia 5s em seu dia a dia**. Sebrae, 2020. Disponível em: <https://respostas.sebrae.com.br/como-aplicar-a-metodologia-5s-em-seu-dia-a-dia-2/>. Acesso em: 24 de nov. 2021.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Os 8 Pilares da Manutenção Produtiva Total**. Citisystems, 2016. Disponível em: <http://www.citisystems.com.br/pilares-manutencao-produtiva-total/>. Acesso em: 24 de nov. 2021.

SINDICERV. **O setor em números**. Sindicerv, 2020? Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/>. Acesso em: 03 de nov. 2021.
SIQUEIRA, Marli Aparecida da Silva. **Monografias e Teses: Das Normas Técnicas ao Projeto de Pesquisa**. 2ª Edição. Brasília: Editora Consulex, 2013.

SOUSA, Rui Alberto Lopes de. **TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) NUMA INDÚSTRIA DE COMPONENTES**. 2018. 83 p. Mestrado em engenharia mecânica e gestão industrial. Escola superior de tecnologia e gestão de Viseu. VISEU, ABRIL, 2018.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **Manutenção Produtiva Total**. 4ª Edição. Tradução de Outras Palavras. São Paulo: Editora Imam, 2010.

VERRI, Luiz Alberto. **Gerenciamento pela Qualidade Total pela manutenção industrial: Aplicação prática**. Rio de Janeiro: QualityMark, 2007.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. **TPM Manutenção Produtiva Total**. São João Del Rei: Instituto de Consultoria e Aperfeiçoamento Profissional, 2005.