

FERNANDO ANDRADE NICOLA RIBEIRO

**REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP E MELHORIA NA EFICIÊNCIA
PÓS SETUP DE UMA LINHA DE ENVASE DE BEBIDAS: UM ESTUDO
DE CASO**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

2020

FERNANDO ANDRADE NICOLA RIBEIRO

**REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP E MELHORIA NA EFICIÊNCIA
PÓS SETUP DE UMA LINHA DE ENVASE DE BEBIDAS: UM ESTUDO
DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Análise e gestão de dados

Orientadora: Profa. Dra. Regina Paula Garcia

UBERLÂNDIA - MG 2020

FERNANDO ANDRADE NICOLA RIBEIRO

**REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP E MELHORIA NA EFICIÊNCIA
PÓS SETUP DE UMA LINHA DE ENVASE DE BEBIDAS: UM ESTUDO
DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso pela
Faculdade de Engenharia Mecânica da
Universidade Federal de Uberlândia.
grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Análise e gestão de
dados

Orientadora:

Prof. Regina Garcia de Paula

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Regina Paula Garcia – FEMEC – UFU – Orientadora

Prof. Dr. João Leandro da Silva – FEMEC – UFU – Membro

Profa. Dr. Igor Oliveira Felice – FEMEC – UFU – Membro

UBERLÂNDIA

2020

RESUMO

Atualmente a melhoria continua de processos é um item primordial em industrias. Este trabalho teve como objetivo a exposição de um estudo de caso, que através da utilização do conceito Kaizen, buscou reduzir o tempo do SETUP e aumentar a eficiência após o SETUP em uma linha de envasamento de bebidas com função de envazar três tipos diferentes de bebidas, sendo essa linha de produção localizada em uma empresa de grande porte na cidade de Uberlândia. Nesse trabalho, são apresentados os principais objetivos e conceitos que levaram o melhoramento do processo, redução dos desperdícios, diminuição dos tempos do SETUP, maior segurança na atuação do processo, alavancagem da produtividade, sem a necessidade de grandes investimentos. Essas melhorias se deram através da aplicação do conceito do Sistema Toyota de produção e da ferramenta PDCA (Plan, Do, Check and Action), o que permitiu efetuar uma análise crítica de todo o processo, identificando e executando oportunidades de melhoria no SETUP, sempre acompanhando os efeitos que as ações realizadas impactarão no processo.

Palavras-chave: PDCA, Sistema Toyota de Produção, Evento Kaizen, Produção, SETUP.

ABSTRACT

Continuous process improvement is a key item in industries today. This work aimed to expose a case study, which using the Kaizen concept, sought to reduce the installation time and increase the update after installation in a beverage filling line responsible for several different types of drinks, being this production line located in a large company in the region of the city of Uberlândia. In this work, the main objectives and concepts that led or improved the process, reduction of waste, reduction of installation times, greater security in the execution of the process, leverage of the execution and without the need for large investments are presented. These improvements were achieved through the application of the Toyota production system concept, in addition to the PDCA tool (Plan verification and action), which was carried out in this work, allowing to perform a critical analysis of the entire process, identifying and offering opportunities for improvement in the SETUP, always follows the results that the actions performed impact on the process.

Keywords: PDCA, Kaizen Event, Production, SETUP.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais, João Nicola e Marizete Nicola e à minha irmã, Viviane Nicola, pela minha criação, amor e interesse genuíno pelo meu crescimento profissional, que sempre me incentivam nas minhas decisões.

Agradeço também ao meu tio Daniel Levites, à minha tia Patrícia Levites e prima Stéphanie Levites, que independente do desafio, sempre se posicionaram ao meu lado, me auxiliando na ponderação das melhores escolhas e que inclusive, são as pessoas nas quais eu me inspiro todos os dias.

Agradeço também à minha orientadora professora Regina Paula Garcia, por todos os ensinamentos, sempre acreditando no meu potencial e me apoiando nos meus desafios.

Gostaria de agradecer também aos meus amigos da faculdade por todos os desafios e momentos que foram vividos juntos, sem vocês tudo isso não teria graça. São eles Célio Poveda, Vinicius Caixeta, Luciano Moura, Lucas Lima, Rafael Oliveira, Fernando Oliveira, Vinicius Tannous, Leonardo Almeida, Gabriel Marchiori e Luan Souza.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico Real x Objetivo Tempo Setup.....	13
Figura 2 - Ciclo PDCA	20
Figura 3 - Exemplo de uma série temporal	21
Figura 4 - Exemplo de representação de três histogramas, onde a demanda por água tratada vai aumentando de acordo com o tempo	23
Figura 5 - Exemplo de representação de um Diagrama de Pareto	25
Figura 6 -Simbologia do fluxograma parcial ou descritivo	26
Figura 7 - Exemplo de um fluxograma de processo	27
Figura 8 - Exemplo de um Diagrama de Ishikawa.....	29
Figura 9 - - Programa 5S.....	31
Figura 10 - Fluxograma de execução do projeto	33
Figura 11 – Fluxograma Linha 4.....	36
Figura 12 - Gráfico do KPI duração do SETUP da Linha 4	41
Figura 13 - Gráfico KPI <i>Ramp-Up</i> da Linha 4.....	42
Figura 14 - Gráfico Pareto Equipamentos Linha 4	44
Figura 15 - Diagrama de causa de efeito Tempo SETUP e <i>Ramp-Up</i> Enchedora Linha 4	45
Figura 16 – Diagrama de causa e efeito do tempo de SETUP e <i>ramp-up</i> da Empacotadora 1	49
Figura 17 - Marcação nas estrelas e encaixes da Enchedora.....	55
Figura 18 - 5S e taguamento peças enchedora	55
Figura 19 – Exemplo primeira página Check List Empacotadora 1	57
Figura 20 - Gabaritos opara altura da cúpula e rinser	58
Figura 21 - Gráfico de resultado do KPI de duração do SETUP da Linha 4.....	59
Figura 22 - Gráfico do resultado do KPI Ramp – Up da Linha 4	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cervejas e volume de recipientes envazados por linhas de Produção....	35
Tabela 2 - SETUP's Linha 4	38
Tabela 3 – Tempo médio gasto para SETUP nos equipamentos da Linha 4	43
Tabela 4 - 5 Porquês Enchedora.....	46
Tabela 5 - Ações de Bloqueio Empacotadora 1	50
Tabela 6 - Plano de Ação	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MASP	Método de análise e solução de problemas
MASP	Método de análise e solução de problemas
GQT	Gerenciamento Da Qualidade Total
PDCA	Método interativo de gestão de quatro passos
KPI	Indicador-chave para medir desempenho
IHM	Interface homem-máquina

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1	Processo de melhoria contínua aplicado à linhas de envaze.....	11
1.2	Objetivo	12
1.3	Objetivos Específicos	Erro! Indicador não definido.
1.4	Justificativa.....	12
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	Origem do Sistema Toyota de produção	13
2.2	Princípios do Sistema Toyota de Produção	15
2.2.1	Just-in-time	15
2.2.2	Autonomação.....	16
2.3	Conceito Kaizen	17
2.3.1	Pré Kaizen	18
2.3.2	Evento Kaizen.....	18
2.3.3	Pós kaizen	18
2.4	Ciclo PDCA	18
2.4.1	Ferramentas utilizadas na etapa Plan	20
2.5	O programa 5S.....	31
3.	METODOLOGIA	32
3.1	Descrição da empresa	34
3.2	Descrição da área de estudo	35
3.3	Planejamento do Estudo	41
4.	RESULTADO E DISCUSSÕES	45
4.1	Estudo de caso	45

4.1.1	Análise Enchedora.....	45
4.1.2	Plano de Ação	52
4.1.3	Check e Apresentação Dos Resultados	58
4.1.4	Padronizações e Correções	61
5.	CONCLUSÕES	62

1. INTRODUÇÃO

1.1 Processo de melhoria contínua aplicado à linhas de envaze

Devido ao aumento da concorrência entre as indústrias de envase de bebidas, há a necessidade das empresas desses se reinventarem e procurarem os melhores meios para se desenvolverem e tornar os seus processos mais produtivos possíveis. Existem várias técnicas e métodos no mercado que possibilitam a melhoria contínua desses processos, que permitem rápidas mudanças sem a necessidade de grandes investimentos. Essas técnicas permitem o aumento da produtividade, flexibilidade de produção e diminuição de desperdícios, sem prejudicar as novas ideias e produtos que venham a ser lançados.

Um dos pontos primordiais ligados ao sucesso dessa metodologia de melhoria contínua, está relacionado a gestão da organização, ou seja, a forma como os gestores aplicam os recursos disponíveis (pessoas, máquinas, dinheiro) de forma produtiva. Com o aumento das exigências do mercado, se faz necessário um gerenciamento que apresente uma resposta rápida a estes novos desafios, e para isso foi desenvolvido o Gerenciamento pelas Diretrizes, um sistema voltado para resolução de problemas crônicos, focado em atingir as metas essenciais e na redução de custos. Sua implantação exige uma filosofia na qual os resultados são obtidos pela atuação criativa e dedicada das pessoas, em busca da melhor forma de desenvolver suas atividades (CAMPOS, 1996).

Em primeira instância, foi abordado nesse trabalho os conceitos da metodologia Kaizen, que é uma filosofia que se baseia nos ideais de uma cultura oriental, assim como ferramentas e métodos que podem ser aplicados à medida que são necessárias mudanças. Essa filosofia busca a minimização de desperdícios e desburocratização dos processos, permitindo uma gestão maior de ideias e padronização das melhorias atingidas, de forma a disseminar o conhecimento entre todos pertencentes àquele processo. Na sequência, será apresentada uma ferramenta precursora do Sistema Toyota de Produção, o PDCA (Plan, Do, Check and Action), que permite realizar uma análise desse processo como um todo com o objetivo de identificar oportunidades e posteriormente executá-las, sempre acompanhando o resultado e as consequências

dessas ações. Nesse estudo de caso, também foram apresentadas algumas ferramentas utilizadas para sanar os problemas levantados e identificados pela análise do processo através do ciclo PDCA. Dessa forma, este trabalho apresenta um estudo de caso real, permitindo a aplicação prática dessas ferramentas, assim como a demonstração dos resultados obtidos com a execução desta análise.

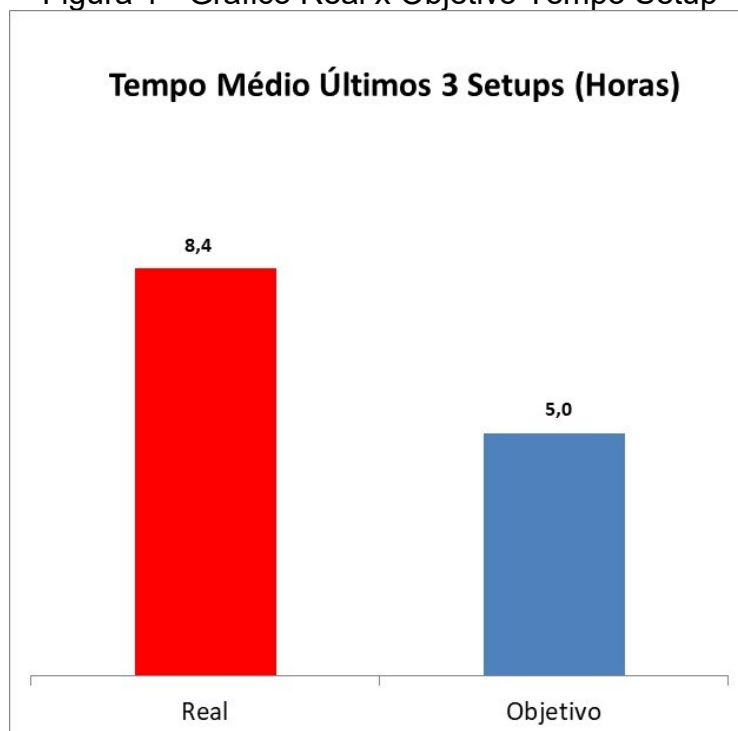
1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo de caso que permite analisar e otimizar o tempo gasto no SETUP em uma linha de envase de líquidos, assim como a eficiência na partida da linha, de forma a alavancar os resultados. Após feita essa análise, são propostas soluções para que se possam alavancar os resultados, diminuindo o tempo gasto no SETUP e também elevando a eficiência da linha após a partida da mesma.

1.3 Justificativa

Baseado no KPI de duração do SETUP e utilizando o benchmarking de outras cervejarias referências dentro da companhia estudada como meta, foram levantados os dados de duração desse procedimento na linha em análise de acordo com os SETUP's que já tinham sido feitos no passado e foi montado um gráfico que permitia quantificar em horas o quanto aquele procedimento necessitava ser melhorado para que fosse atingido o objetivo esperado. A grande diferença entre o tempo medido e o objetivo justificava o motivo pelo qual o estudo estava sendo realizado e adiantando a informação de que existiam anomalias no procedimento, reforçando a necessidade de aprofundar o estudo para promover ações de solução dessa problemática. O tempo médio do SETUP era de 8,4 horas e o objetivo estabelecido foi de 5 horas. (Figura 1)

Figura 1 - Gráfico Real x Objetivo Tempo Setup



Fonte: Autoria própria (2019)

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem do Sistema Toyota de produção

Antes da crise do petróleo, o Japão se encontrava em um momento de constante crescimento, fazendo todos acreditarem que tinham o modelo ideal de produção para àquela época. O sistema adotado pelas indústrias era o Fordismo, caracterizado pela produção em massa, de origem americana e que consistia na diminuição dos custos através da produção de automóveis em grandes quantidades e menor variedade. Além disso, adotava-se como verídico que, de acordo com o ciclo usual da economia do país, os negócios cresceriam e teriam sucesso por dois a três anos, após esse período o crescimento seria bem menor e às vezes, até mesmo negativo. Sendo assim, os japoneses acreditavam que ocorrendo produção, haveria a possibilidade da venda, o que de certa forma podia justificar o foco nas produções em larga escala, com o objetivo de produzir grandes quantidades de produtos e assim um aumento nas vendas (OHNO, 1997).

De acordo com Ohno (1997), no outono do ano de 1973, instaurou-se a crise do petróleo e logo após, a recessão econômica. Nesse contexto, empresas e governos se encontravam afetados por tais fatos. Enquanto isso, no Japão, o crescimento da economia encontrava-se próximo a zero e nesse mesmo cenário a Toyota Motor Company, embora tivesse seus lucros diminuídos, apresentava ganhos maiores do que as demais empresas nacionais.

Em meio à crise e crescimento moroso do país, o modelo Fordismo começou a apresentar algumas barreiras. Um dos obstáculos era necessidade de um grande estoque para armazenar os produtos excedentes, os quais eram produzidos em larga escala e não eram absorvidos pelo mercado japonês, sendo que este comércio se caracterizava como limitado em números e exigente quanto a variedade dos produtos, gerando aumento nos custos de estocagem. Somado a isso, após a derrota do Japão na II Guerra Mundial, o então presidente da Toyota Motor Company, Kiichiro Toyoda, anunciou que o Japão deveria alcançar os níveis de desempenho e produção dos Estados Unidos em até três anos, caso contrário, a indústria automobilística do país não resistiria. Para isso, se fez necessário conhecer mais a respeito dos métodos de produção americanos e reestruturar a forma de produção nacional (OHNO, 1997).

Neste sentido, gestores da Toyota realizaram uma visita em fábricas nos Estados Unidos e concluíram que a continuação do Sistema de Produção Fordista não iria funcionar no Japão devido aos diferenciais do comércio japonês, o qual exigia produtos variados, apresentava dificuldade para exportação e mercado doméstico limitado. Sendo assim, Toyoda e Ohno reformularam e inovaram a até então linha de produção utilizada, levando em consideração os dados do mercado nacional, o que permitiu a redução no tempo necessário para alteração dos equipamentos de produção e possibilitou que os mesmos maquinários produzissem vários tipos de produtos efetuando apenas algumas adaptações nos mesmos, ou seja, mantendo a mesma mão de obra, maquinário e adaptação da produção de acordo com a necessidade do mercado. Em todas essas circunstâncias, sempre havia foco na eliminação do desperdício. Dessa forma, deu-se origem ao então intitulado Sistema Toyota de Produção (WOOD JR, 1992).

Como resultado da implementação do novo sistema de produção, de forma geral, houve redução dos gastos com estoques, melhora da qualidade dos produtos e diminuição dos desperdícios (WOOD JR, 1992).

2.2 Princípios do Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produções, ou também conhecido como sistema just-in-time ou Kanban Systems, foi desenvolvido nos últimos 20 anos através dos esforços da Toyota Automobile Industries, Ltd. Este sistema possui como base dois critérios. O primeiro se baseia no just-in-time, que se refere à produção do número necessário de peças de acordo com a demanda. Já o segundo tem como referência a autonomação e implica que, quando determinados eventos incomuns acontecem na linha de produção, o trabalhador responsável pela unidade deverá parar a linha e remover a causa fundamental dos problemas, com o objetivo de reduzir os custos com possíveis desperdícios de matéria-prima caso o problema na produção fosse detectado apenas no final do processo (PALADUGU ;GRAU, 2019).

Além disso, os trabalhadores executam o trabalho necessário com o material que é fornecido pela etapa anterior no tempo necessário, sem que ocorra o acúmulo de material entre essas etapas, minimizando o trabalho. Dessa forma, outro princípio do Sistema Toyota de Produção é a produção "fora de estoque". Com o propósito de fornecer informações de produção e realizar controle de quantidades, duas vertentes são usadas. Uma delas refere-se à "retirada dos produtos" e a outra sobre a "demanda" (PALADUGU ;GRAU, 2019).

2.2.1 Just-in-time

A denominação "Just-in-time" designada ao Sistema de Produção Toyota, está relacionada ao fluxo da linha de produção, a qual opera com a redução dos estoques intermediários, ou seja, é fundamental a comunicação direta entre os diferentes estágios da linha para garantir o sucesso da produção, uma vez que, caso algum desses estágios falhem a linha inteira será comprometida. (PALADUGU ;GRAU, 2019)

Vale enfatizar que o sistema foi pensando com base na eliminação do desperdício. Sendo assim, é essencial que os operadores de cada linha de produção estejam preparados para resolução de possíveis problemas que a linha possa apresentar, além de sempre que possível, antecipar as possíveis situações problema e evitar que estas ocorram. Isso porque, caso ocorram falhas em algum estágio de produção e este não garanta a sua comunicação com as etapas seguintes, o resultado

poderá ser um produto defeituoso, o que compromete a qualidade oferecida pela indústria. Além disso, pode ocorrer também o acúmulo de peças em algum ponto da linha que irá gerar um estoque desnecessário e ambas situações acarretam na geração de desperdícios e custos maiores à empresa, ou seja, uma diminuição na produtividade e lucratividade (HITOMI, 1985).

Dessa forma, considerando os inúmeros processos envolvidos na montagem de um automóvel, por exemplo, não é fácil garantir a execução e aplicação do Sistema Toyota de Produções, uma vez que qualquer erro no planejamento ou execução pode comprometer a produção como um todo (LEMING-LEE; POLANCICH; PILON, 2019).

Para garantir esse fluxo de produção, foi elaborada uma ferramenta denominada Kanban System, que nada mais é do que a sinalização para que a linha produza o que é necessário, no momento necessário de acordo com a demanda do mercado. A sua funcionalidade se dá através da sua disponibilidade a todos os estágios da linha de produção, de forma a alinhar com todos os operadores o que deverá ser produzido (ARGENTA ; OLIVEIRA, 2001).

Dito isso, foi observado também os efeitos do Sistema Toyota de Produção no comprometimento e dedicação do funcionário, o qual passa a obter maior responsabilidade perante o que está produzindo se comparado ao antigo sistema de produção em massa utilizado pela Toyota, onde o operário trabalhava de forma isolada em sua função única e específica. Com o intuito de mudar essa forma de organização, no novo sistema de produção, passou-se a prezar pela formação de grupos coordenados sob a supervisão de um líder, como forma de garantir a integração entre produto, processo e engenharia industrial (LEMING-LEE; POLANCICH; PILON, 2019).

2.2.2 Automação

O conceito de automação tem como base a “automação com um toque humano”, ou seja, se refere ao maquinário que possui acoplado a si um dispositivo de parada automática mediante a qualquer defeito apresentado pela máquina. Dessa forma, é possível prevenir a produção de produtos defeituosos e a superprodução desnecessária, prevenindo o desperdício.

Além disso, essas máquinas não necessitam da presença do operador para trabalhar, já que esta possui autonomia para operar sozinha e caso haja algum evento incomum a sua parada é garantida, sendo necessário a interferência humana apenas para realizar ajustes quando a máquina falhar. Dito isso, um operador poderá atuar em várias máquinas dentro da linha de produção, o que torna possível reduzir o número de operadores disponíveis, o aumento da produtividade e como consequência, a redução dos custos com mão de obra (GHINATO, 1995).

2.3 Conceito Kaizen

A filosofia Kaizen tem como pilar a busca contínua por melhorias, a origem da palavra encontra-se nos termos “Kai”, que significa mudança e “Zen”, que significa boa (BERGER, 1997).

A introdução dessa filosofia nas indústrias Toyota veio da necessidade da empresa japonesa em garantir a sua produção de forma satisfatória e com qualidade para o cliente, entretanto, isso deveria ser feito à preços competitivos no mercado. Sendo assim, seria necessário inovar e aperfeiçoar suas técnicas de produção com o intuito de eliminar o desperdício e reduzir os custos de fabricação (BERGER, 1997).

O método se resume basicamente a uma dinâmica de melhorias que devem ser desenvolvidas na empresa, sob a responsabilidade de toda a equipe de funcionários desde os gerentes até os operadores, em torno de um objetivo pré-estabelecido, a fim de gerar mudanças positivas, as quais devem ser mantidas e diariamente aperfeiçoadas (FONSECA et al., 2018).

Dito isso, todo esse processo deve ser garantido pelo uso de ferramentas fáceis e baratas, pois segundo Imai (1990), o aumento da produtividade pode ser obtido sem investimentos significativos. Um exemplo de ferramenta utilizada nessas ações é o ciclo PDCA que será descrito mais a frente, assim como também o sistema Toyota de Produção e a ferramenta Kanban já citados (FONSECA et al., 2018).

Os eventos Kaizen tem o objetivo de desenvolver pessoalmente e profissionalmente de forma individual cada membro da equipe. Funcionam

como uma maneira de treinamento, ensinando as pessoas os conceitos importantes sobre a cultura empresarial, trabalho em equipe, convivência, metas, redução de custos, etc. O evento Kaizen é dividido em três etapas: Pré Kaizen, Evento Kaizen e Pós Kaizen (CHAVES FILHO, 2010).

2.3.1 Pré Kaizen

Na fase descrita como “pré kaizen” é onde deverão ser feitas a coleta das informações a respeito da situação que se pretende melhorar. (TETTEH, 2012)

2.3.2 Evento Kaizen

É a partir do que se denomina “evento kaizen” que a situação problema irá se desenvolver. É o momento direcionado a discussão de ideias a respeito das técnicas que podem ser aplicadas para proporcionar a melhoria de um processo produtivo, por exemplo. (BERGER, 1997)

2.3.3 Pós kaizen

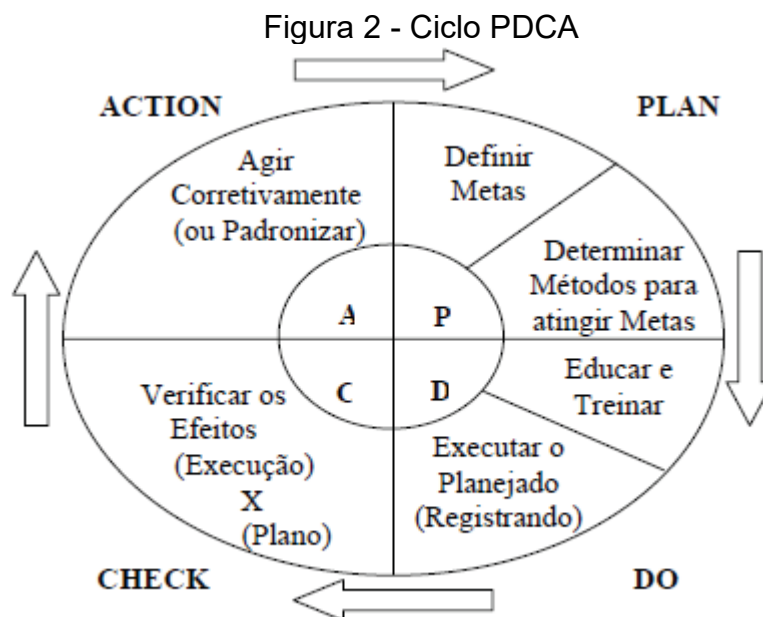
Nessa etapa, o foco é na consistência e manutenção das melhorias implantadas, garantindo sustentabilidade às ações executadas. Com o objetivo de não perder as melhorias implantadas através do Evento kaizen, é extrema importância envolver todas as pessoas que estão ligadas ao processo que está sendo estudado e modificado. Dessa forma, com o envolvimento dessas pessoas, garante-se maior preocupação das pessoas em manter as melhorias, uma vez que elas estão envolvidas no processo de implementação. (CHAVES FILHO, 2010)

2.4 Ciclo PDCA

Temos que o ciclo PDCA é um método de gestão que tem como objetivo o controle e a melhoria constante dos processos de uma determinada empresa. Esse ciclo representa a trajetória que necessita ser percorrida para que as metas estabelecidas possam ser devidamente atingidas. A aplicação do mesmo deve ocorrer de forma contínua, ou seja, as atividades de Planejar, Executar, Controlar e Agir devem ocorrer de forma constante, sendo assim, as mudanças serão mais produtivas e contribuirão para as melhorias da empresa à níveis organizacionais. (FONTES ;LOOS, 2017)

- Plan (Planejar): nessa primeira etapa, são estabelecidas as metas de acordo com as diretrizes de cada empresa, ocorre a identificação do problema, definição das metas e todo o planejamento para alcança-las.
- Do (Executar): nessa segunda etapa, o plano é colocado em prática e se torna necessário executar as tarefas conforme o previsto no planejamento anterior e coletar os dados necessários que serão utilizados na próxima etapa.
- Check (Checar): nessa terceira etapa, ocorre a verificação do trabalho que está ocorrendo e análise se o mesmo está sendo executado conforme o planejado, realizando análise e verificando se o resultado obtido está próximo da meta estabelecida.
- Act (Agir): esta etapa consiste em realizar ações no processo de acordo com os resultados obtidos. Uma vez que o plano que foi apresentado tenha sido eficiente, ele se tornará um padrão. Caso os objetivos não foram atingidos, ocorre atuação sobre as causas para obter a resolução do problema.

O ciclo PDCA é representado abaixo pela Figura 2.



Fonte: CAMPOS, 1996

Para discorrer sobre o ciclo PDCA, é necessário definir:

- META: temos que meta é a definição do objetivo que deve ser focado por determinada empresa e seus colaboradores. O atingimento desse objetivo é medido por determinados indicadores chaves de desempenho.
- KPI (Key Performance Indicator): através desse medidor é possível mensurar o quanto a meta está sendo atingido. O uso de variados indicadores de KPI's mensuram o sucesso do determinado trabalho.

2.4.1 Ferramentas utilizadas na etapa Plan

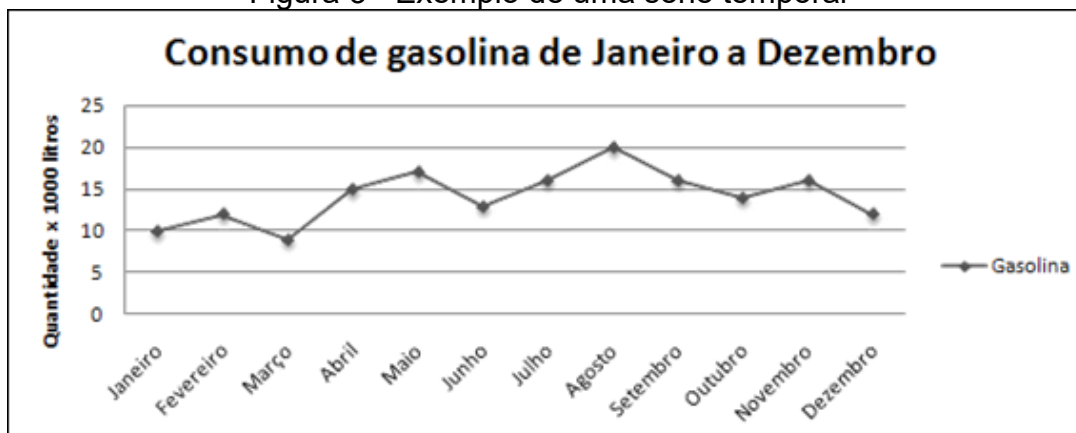
SÉRIE TEMPORAL

A série temporal é uma ferramenta que tem como finalidade a representação gráfica de uma sequência de dados obtidos por um determinado período de tempo.

Como exemplificado abaixo, essa série nos ajuda a identificar tendências, variações ou até mesmo distorções que podem auxiliar na identificação do problema. Esta ferramenta pode ser utilizada no início do processo, para que possa ser obtido determinadas características nos dados utilizados, permitindo uma análise melhor. Ele

também pode ser utilizado para representar de forma gráfica a melhoria que foi obtida no processo, do começo ao fim do projeto (Figura 3).

Figura 3 - Exemplo de uma série temporal



Fonte: Adaptado de <https://www.monografias.com/pt/trabalhos3/previsao-series-temporais-redes-neurais/previsao-series-temporais-redes-neurais2.shtml>

A análise temporal apresenta diversos comportamentos distintos, sendo assim, através da interpretação desses dados, é possível ter uma previsibilidade dos resultados. Por exemplo, através da leitura da série temporal, pode se chegar em uma tendência positiva, indicando um aumento do fator analisado em relação ao tempo. Também podemos identificar outras tendências, tais como a tendência negativa, que indicará a diminuição do fator analisado em relação ao tempo ou por exemplo, tendências de sazonalidade, indicando variações no fator analisado de acordo com determinados períodos.

HISTOGRAMA

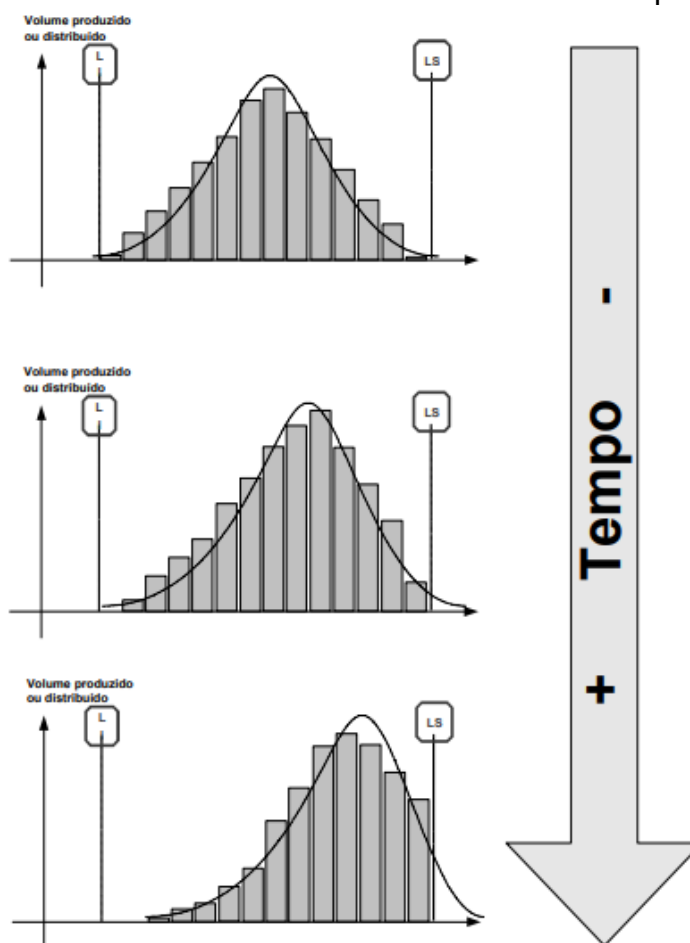
Temos que o histograma é uma ferramenta que permite a visualização de um número expressivo de dados de um espaço amostral, como de uma população por exemplo. Esse método é considerado uma forma rápida de realizar uma organização dos dados e através da análise dos mesmos, permite também se conhecer todo o espaço amostral através da coleta de informações de apenas uma parcela desse espaço amostral. (KUME, 1993)

Supondo que temos um processo de produção e distribuição de água em sistemas de abastecimento, determinados valores como volume produzido e distribuído diariamente, tendem a se comportarem como um padrão, que permitem

enxergar algumas informações como valor médio e valores de dispersão. Os valores de dispersão exibem a informação da variação do consumo, que por sua vez, pode ser influenciado por inúmeras razões, tais como sazonalidade, dia da semana, clima, consumo excepcional, demanda dos usuários, etc. Uma maneira que existe de representar esse padrão é através do histograma, que exibe uma representação gráfica de uma grande quantidade de dados. Através desta maneira de representação gráfica, temos uma melhor interpretação dos dados do que comparados a tabelas por exemplo. (KUROKAWA ;BORNIA, 2002)

Abaixo, temos um histograma de dados de volumes diários, distribuídos ou produzidos, mostrando a dispersão e variações do consumo de água tratada da população. Através dessa dispersão, se torna possível levantar a constante $K1$ (coeficiente de maior consumo diário) de um sistema de abastecimento de água. Os três histogramas mostram as tendências que esse gráfico pode nos mostrar, que nesse caso apresentado, mostra que a demanda de água tratada vai aumentando de acordo com o passar do tempo. (Figura 4)

Figura 4 - Exemplo de representação de três histogramas, onde a demanda por água tratada vai aumentando de acordo com o tempo



Fonte: KUROKAWA; BORNIA, 2002

DIAGRAMA DE PARETO

Esse diagrama foi criado pelo engenheiro e economista italiano Vilfredo Pareto, ele examinou a forma em que a riqueza em seu país era distribuída e buscou uma forma de demonstrar esse fato estatisticamente. Com isso, constatou que a maior parcela da riqueza de seu país estava concentrada em apenas 20% da população. Através desse fato, fez a demonstração dessa distribuição graficamente, em uma curva cumulativa que foi denominada como curva de Pareto (BROPHY; COULLING, 1996). Após esse fato, a mesma ideia passou a ser utilizada pelos estatísticos no contexto de produção e dos serviços, uma vez que se mostrava aplicável também nesses ambientes (VERGUEIRO, 2002).

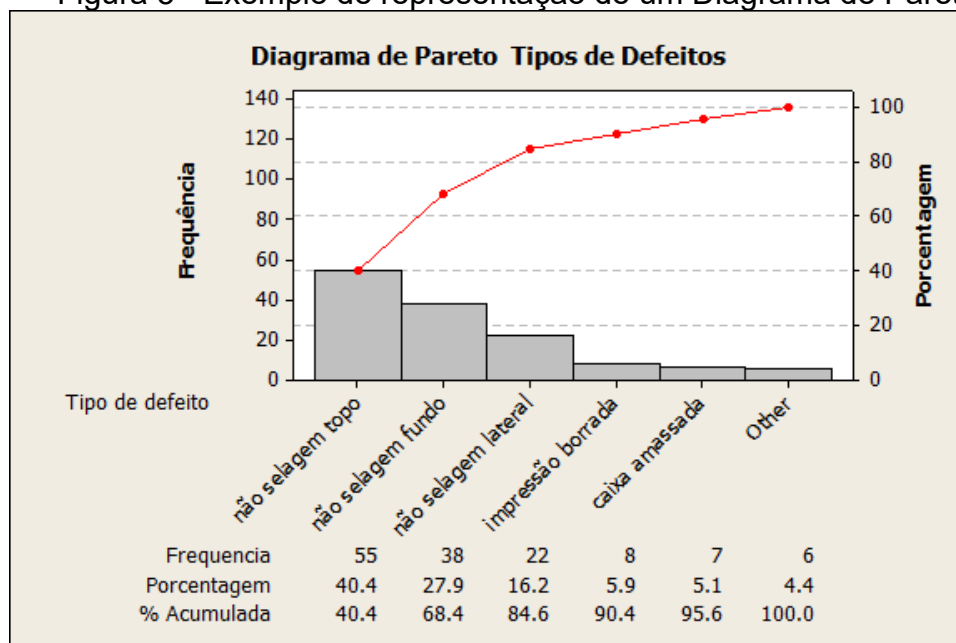
O Diagrama de Pareto é um gráfico de barras que exibe as frequências das ocorrências, da maior para a menor, dessa forma, permite a priorização dos problemas. Esse diagrama serve para exibir e identificar as causas ou problemas mais importantes.

O mesmo pode ser elaborado seguindo os passos abaixo:

- I. Obter problemas a serem analisados;
- II. Levantar os dados de acordo com os problemas escolhidos para serem comparados;
- III. Classificar e realizar comparação do número de ocorrência ou custo em relação as demais categorias;
- IV. Gerar gráfico e realizar análise;

Abaixo está representado um exemplo de Diagrama de Pareto, no qual uma empresa de embalagens precisava reduzir os custos de itens com defeitos que eram encontrados na sua produção, Através do Diagrama de Pareto, foi possível analisar quais defeitos ocorriam com maior frequência e qual o impacto desses defeitos sobre o total de defeitos encontrado na produção. (Figura 5)

Figura 5 - Exemplo de representação de um Diagrama de Pareto



Fonte: Adaptado de <https://www.fm2s.com.br/grafico-de-pareto>

Através da interpretação dos dados da Figura 5 podemos concluir que os defeitos de “não selagem” representam mais de 80% dos defeitos totais da produção. Ou seja, caso seja resolvido os defeitos de não selagem topo, não selagem fundo e não selagem lateral, teríamos cerca de 84,6% dos defeitos das embalagens resolvidos.

FLUXOGRAMA

Temos que o fluxograma é uma técnica que descreve cada etapa de um processo através da utilização de símbolos específicos. Através de um fluxograma, é possível apresentar um determinado processo de maneira resumida, considerando também os tempos de espera e os registros catalogados e criados durante a execução do processo. Algumas etapas podem ocorrer de forma paralela, já outras, ocorrem em sequência.

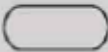









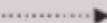

Há diversas vantagens na utilização de um fluxograma, dentro elas, segundo Mello (2008) estão: permite a verificação de como se relacionam os componentes de um sistema, mecanizado ou não, fazendo com que a análise seja mais fácil e de maior eficácia; permite maior facilidade e agilidade na localização

das deficiências, devido a fácil visualização dos passos, transportes, operações e formulários; oferece a exibição e entendimento de qualquer alteração que se proponha nos sistemas existentes pela objetividade e clareza da visualização das modificações realizadas.

Segundo Lucas et al. (2015), o fluxograma é exibido como, graficamente, o coração do mapeamento de processos e de forma recorrente é utilizado com o objetivo de processamento de informações.

Os fluxogramas possuem um padrão de simbologias que permitem representar inúmeros processos através da utilização das mesmas. Sendo assim, a Figura 6 abaixo exhibe alguns exemplos de simbologias utilizadas nos fluxogramas.

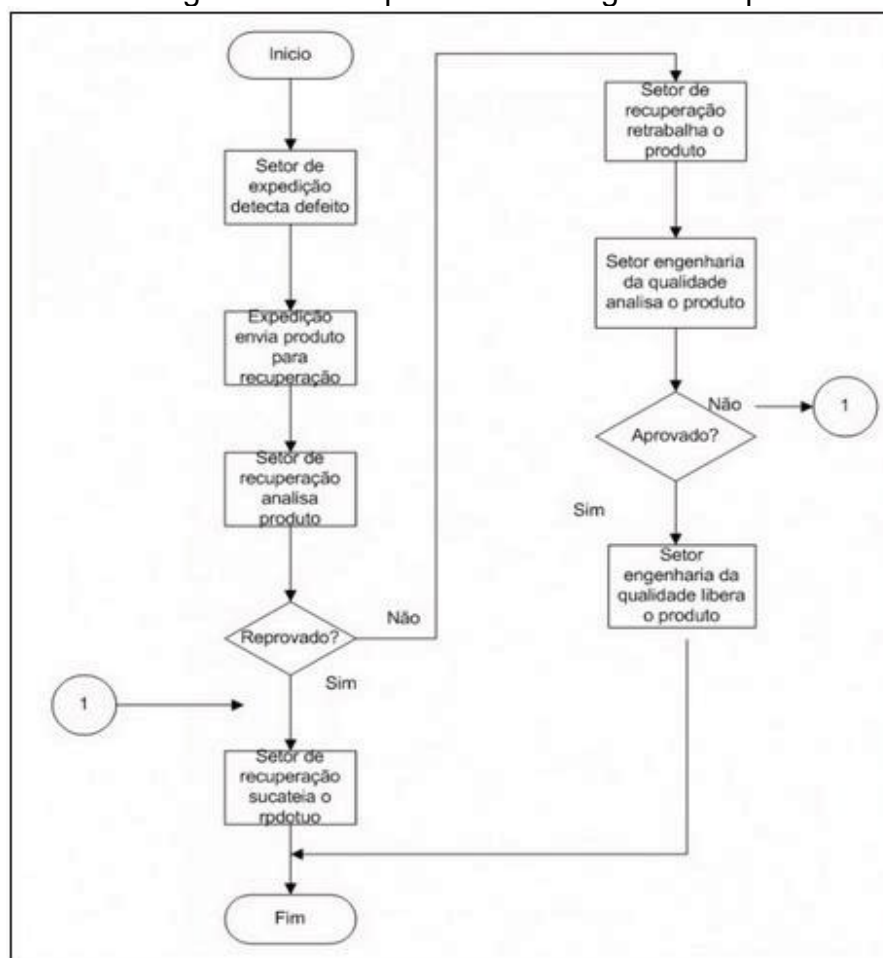
Figura 6 -Simbologia do fluxograma parcial ou descritivo

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Terminal		Operação
	Executante ou responsável		Documento
	Arquivo		Decisão
	Conferência		Conector de página
	Conector de rotina		Sentido de circulação: Documentos Informações orais
			
			Material

Fonte: OLIVEIRA, 2013

Assim, com as simbologias listadas na Figura 6 pode-se montar o fluxograma de determinados processos. Segue abaixo um exemplo na Figura 7.

Figura 7 - Exemplo de um fluxograma de processo



Fonte: (Adaptado de <http://www.blogdaqualidade.com.br/fluxograma-de-processo>)

DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

O diagrama de causa e efeito tem como finalidade, realizar a identificação de todas as causas possíveis para a reincidência de um determinado defeito ou falha. Frequentemente esse diagrama é utilizado junto com sessões de brainstorming. Esta ferramenta é também denominada de diagrama de Ishikawa, em homenagem ao seu criador, ou diagrama de espinha de peixe devido a sua forma. (BAUER; DUFFY; WESTCOTT, 2006).

Segundo Ishikawa (1993) é denominado de análise de processo aquela análise que explica a relação que existe entre os fatores de causa e os efeitos no processo tais como qualidade, produtividade e custo. Dessa forma, o controle de processo tem como objetivo tentar identificar os fatores de causa que impõe barreiras para o

funcionamento linear do processo. Assim, através do controle das causas e efeitos, existe também a procura de tecnologia que possa auxiliar no controle preventivo dos processos. Através do controle dos processos, é obtido como resultado o aumento da qualidade, produtividade e redução do custo. (ISHIKAWA, 1993)

Essa ferramenta exhibe as causas de um determinado problema em forma de espinha de peixe. Sendo assim, são utilizados os 6 M's:

- Máquina: nesse quesito são apresentados todos os aspectos relativos às máquinas, equipamentos e instalações, que podem influenciar no efeito do processo;
- Método: nesse quesito são englobados todos os procedimentos, rotinas e técnicas utilizadas que podem influenciar no processo e, respectivamente, no seu processo;
- Material: esse quesito engloba todos os aspectos relacionados à materiais como insumos, matérias primas, peças, que podem influenciar no processo e, conseqüentemente, no seu resultado;
- Mão de obra: esse quesito abrange todos os aspectos relativos ao pessoal que, no processo, podem interferir o efeito desejado;
- Medida: nesse quesito é investigado a adequação e confiança nas medidas que possuem interferência no processo tais como aferição e calibração dos instrumentos de medição;
- Meio ambiente: nesse quesito são abordadas todas as condições ou aspectos ambientais que podem interferir no processo, além disso, sob um conceito mais abrangente, defende a preservação do meio ambiente;

Através da Figura 8, temos a representação do Diagrama de Ishikawa, o qual exhibe como efeito a baixa produtividade da estamperia e apresenta com o auxílio dos 6M's as prováveis causas para esse efeito.

Figura 8 - Exemplo de um Diagrama de Ishikawa.



Fonte: SILVA, 2007

Análise dos 5 PORQUÊS

A análise de “5 Porquês” foi desenvolvida por Taiichi Ohno, o pai do Sistema de Produção Toyota. Essa técnica de análise dos “5 Porquês” se baseia na formulação da pergunta “Por quê” cinco vezes para entender e enxergar, dessa forma, permitindo encontrar a causa raiz do problema. A causa raiz pode ser atingida sem que se chegue ao quinto porquê e também pode ser concluída sem que haja análise prévia de dados.

Segue o exemplo citado em (OHNO, 1997) :

- “1. Por que a máquina parou? Aconteceu uma sobrecarga e o fusível estourou;
2. Por que aconteceu uma sobrecarga? O rolamento não estava suficientemente lubrificado;
3. Por que ele não estava suficientemente lubrificado? A bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente;
4. Por que ela não estava bombeando suficientemente? A haste da bomba de lubrificação estava gasta e causando ruídos;
5. Por que a haste estava gasta? Não havia um filtro e os restos de metais entravam na bomba;”

Dessa forma, através da utilização da pergunta por quê por cinco vezes, é possível encontrar a causa raiz do problema em questão. A importância da descoberta da causa fundamental do problema é que, uma vez que solucionada essa causa, o problema será solucionado de forma definitiva. Em contrapartida, caso não fosse encontrado a causa raiz, poderia ser solucionado apenas o sintoma do problema, permitindo que o problema repetisse novamente. Segundo Ohno (1997), “Se esse procedimento não tivesse sido realizado, possivelmente ter-se-ia apenas substituído o fusível ou o eixo da bomba. Nesse caso, o problema reapareceria dentro de poucos meses “

Diagrama 5W2H

O diagrama 5W2H é basicamente um checklist das atividades que são necessárias ser desenvolvidas com o máximo objetividade possível. Ele funciona como uma espécie de mapeamento dessas atividades, estabelecendo o que será feito, quem fará o quê, em qual período de tempo, em qual área da empresa e todos os motivos pelos quais esta atividade deve ser feita. Em um segundo momento, deve ser disposta as informações de como será feito a atividade e quanto custará aos cofres da empresa tal processo (LISBÔA ;GODOY, 2012).

O nome 5W2H se dá devido à junção das primeiras letras dos nomes em inglês das diretrizes utilizadas neste processo:

What: O que será feito (etapas);

Why: Por que será feito (justificativa);

Where: Onde será feito (local);

When: Quando será feito (tempo);

Who: Por quem será feito (responsabilidade);

How: Como será feito (método);

How much: Quanto custará fazer (custo);

2.5 O programa 5S

Segundo Lobo (1997), a ferramenta 5S é definida como a constituição de um processo educacional que tem como objetivo promover a mudança comportamental do ser humano por meio da aplicação de práticas participativas e do conhecimento das informações, sendo que essa mudança proporcionará recurso e suporte filosófico à qualidade de maneira geral e a melhoria contínua em todas as rotinas do dia a dia. É denominado 5S devido às iniciais dos nomes das cinco atividades na linha japonesa, sendo elas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke conforme apresentado pela Figura 9.

Figura 9 - - Programa 5S



Fonte: Adaptado de <https://segurancadotrabalhonwn.com/qual-o-impacto-da-metodologia-5s-para-a-seguranca-nas-empresas>

Seiri (Senso de Utilização): Nessa primeira etapa, é levado em consideração a capacidade de identificar ferramentas, objetos, equipamentos e processos

desnecessários para a empresa e a partir disso, excluir e direcionar para o devido fim os itens que forem irrelevantes para organização;

Seiton (Senso de Ordenação): Nessa segunda etapa, é abordado sobre o senso arrumação, que consiste na arrumação, definir locais devidamente adequados, impor critérios de armazenamento e disponibilizar corretamente os materiais de forma acessível e clara para facilitar sua utilização, localização, manuseio e procura, otimizando o tempo quando for necessário utilizar o mesmo;

Seiso (Senso de Limpeza): Nessa terceira etapa, é levado em consideração o senso de limpeza, que consiste em manter um ambiente limpo e higiênico. Nessa etapa, é levado em consideração tanto a limpeza física, quanto a limpeza de informações, permitindo que decisões possam ser tomadas de forma mais rápida e falhas sejam eliminadas;

Seiketsu (Senso de padronização): Na quarta etapa, se é buscado as ações frequentes que visam arrumação, ordenação e limpeza, sendo assim, garantindo que um modelo ideal seja padronizado e reproduzido através das repetições;

Shitsuke (Senso de auto-disciplina): Na quinta etapa, acredita se que o maior aprendizado e o estágio mais elevado do homem é a autodisciplina. Dessa forma, esse processo depende do envolvimento e participação das pessoas, que devem estar presentes em todos os processos e uma vez que isso ocorre, as mesmas se sentem responsáveis diante o resultado obtidos;

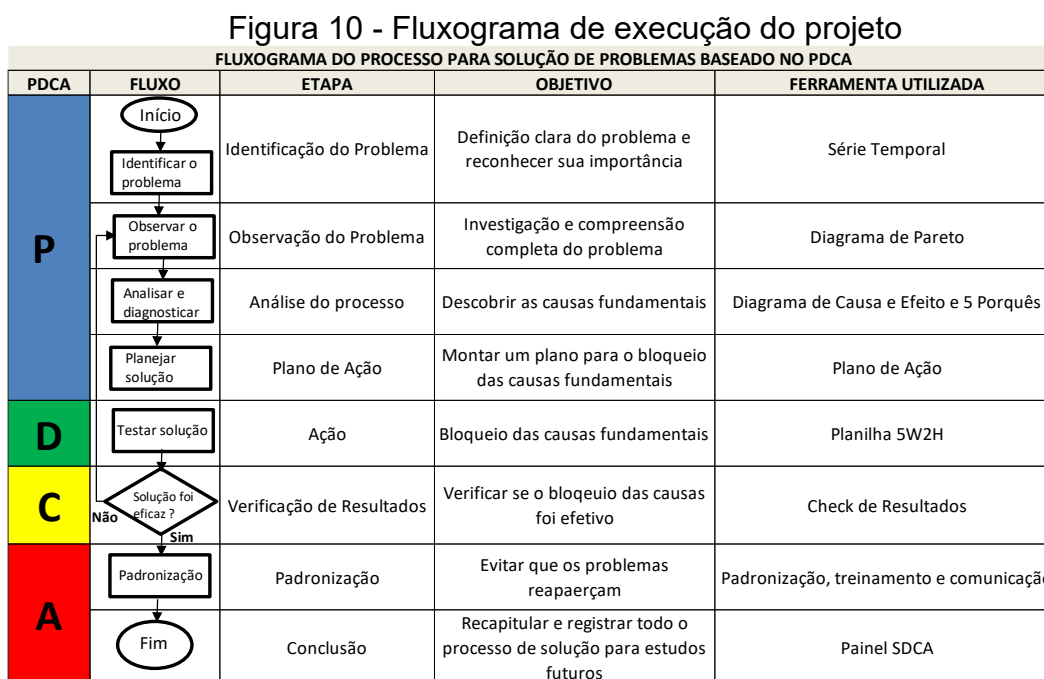
3. METODOLOGIA

Para o mapeamento desse processo foi utilizado a metodologia PDCA. Essa implementação se deu em conjunto com o método MASP (Método de Solução e Análise de Problemas), também denominado de QC Story. Dentro do ciclo PDCA, pela definição da ferramenta, temos a indicação do Plan, Do, Check e Action. O método MASP tem o objetivo de roteirizar cada etapa do ciclo citado, auxiliando na estruturação e prescrição do problema através de oito etapas que são:

1. Identificação do problema;
2. Observação;

3. Análise;
4. Plano de ação;
5. Ação;
6. Verificação;
7. Padronização;
8. Conclusão;

Após essa estruturação, são utilizadas ferramentas de qualidade de acordo com o que é estabelecido pelo método para cada etapa. As ferramentas utilizadas foram Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, 5 porquês, Diagrama 5W2H e Plano de ação. Sabendo que a utilização de todas essas ferramentas foi com o propósito de observar, identificar e analisar oportunidades para que fosse solucionado a problemática do SETUP. (Figura 10)



Fonte: Autoria própria (2019)

No estudo de caso efetuado, na etapa Do (ação), foi estruturado um plano de ação com o auxílio do diagrama 5W2H, que tinha como objetivo estruturar as ações que seriam executadas e seus respectivos prazos. Foi utilizado o período de janeiro de 2019 até abril de 2019 para levantamento das informações e análises necessárias. As ações levantadas tiveram suas execuções programadas a partir do mês de maio de 2019, dessa forma, podendo observar a evolução dos KPI's desde então até fevereiro de 2020, sendo este o mês de encerramento do projeto.

3.1 Descrição da empresa

A companhia estudada foi criada no ano de 1999, após a fusão de duas cervejarias que hoje integram o maior grupo cervejeiro mundial. A presente empresa opera em 19 países, sendo 32 cervejarias e 2 maltarias apenas no Brasil que geram 35 mil empregos. Ainda sobre a companhia, a mesma comercializa 30 marcas de bebidas alcoólicas, refrigerantes e outras bebidas não alcoólicas.

A operação desse grupo no mundo conta com 64 plantas fabris, as quais são responsáveis pela produção de itens alcoólicos e não alcoólicos, assim como também produzindo itens utilizados na cadeia de produção, como latas, tampas, vidros, rótulos e concentrados. A empresa em questão tem como seus principais clientes distribuidoras de bebidas, supermercados, bares e restaurantes. Ela também conta um amplo portfólio, a companhia produz, envaza e comercializa no Brasil mais de 50 marcas de bebidas alcoólicas e não alcoólicas.

Esse estudo foi realizado na unidade fabril que está localizada na região do Triângulo Mineiro, na cidade de Uberlândia, esta planta possui um milhão e trezentos mil metros quadrados, contando com mais de 650 colaboradores. A capacidade produtiva dessa fábrica é de cerca de seis milhões de hectolitros de cerveja por ano. Após finalizado o produto, a empresa conta com mais de 50 centros de distribuição dos seus produtos que, a partir dessa etapa, são direcionados para todo o país. A unidade fabril possui duas áreas produtivas, que são denominadas: processo cerveja e packaging. Ambas áreas produtivas contam com estruturas automatizadas. Além das duas áreas produtivas a empresa também conta com sete áreas de apoio que são: meio ambiente, segurança, qualidade, engenharia, financeiro, gente e gestão e logística dando suporte e auxiliando a fábrica no que for necessário. Na busca constante da melhoria da eficiência dos processos de produção, a instituição investe constantemente em tecnologia e melhoramento do seu sistema produtivo. A companhia e por consequência, sua unidade, possui um sistema de gestão que é referência no mundo e através do qual auxilia e guia os processos e análises na busca de melhoria de processos, gestão e resultados.

3.2 Descrição da área de estudo

O estudo em questão foi executado na área produtiva denominada packaging, que por sua vez, é munida de quatro linhas de produções. A linha 1, envaza seis diferentes tipos de cerveja em latas de alumínio de 269 ml, 350 ml ou 473 ml. Linha 2, responsável pelo envasamento de seis diferentes tipos de cerveja em recipiente de vidro de um litro ou 600 ml. Linha 3, envazando seis cervejas diferentes em recipiente de vidro de 300 ml. Por último, linha 4, responsável pelo envasamento de três tipos diferentes de cerveja em garrafas *long neck* com volume de 330 ml ou 275 ml, a qual foi a linha escolhida para execução do estudo devido ao baixo desempenho da linha. (Tabela 1)

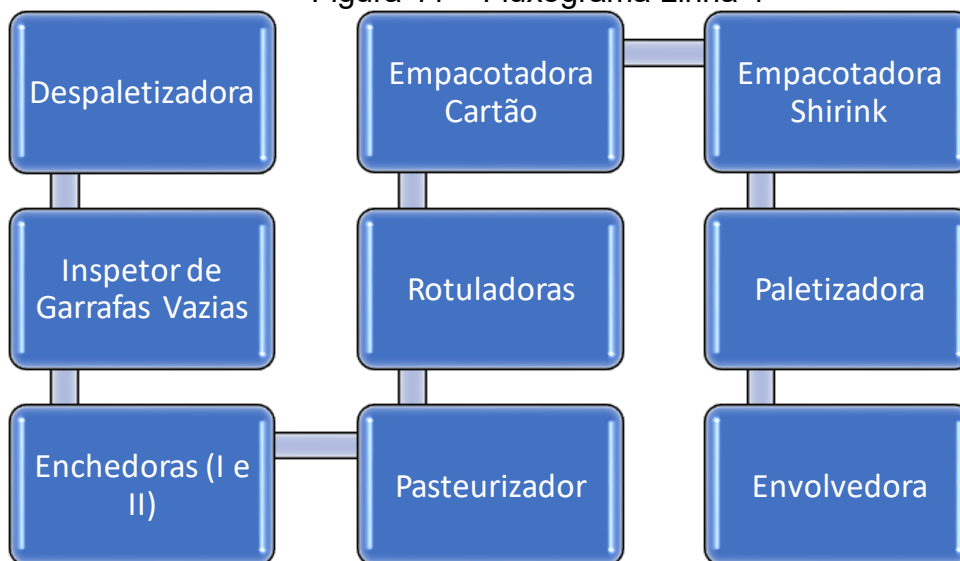
Tabela 1 – Cervejas e volume de recipientes envazados por linhas de Produção

Linha de Produção	Produto	Volume embalagem
Linha 1	6 Tipos de Cerveja	269 ml e 330 ml
Linha 2	6 Tipos de Cerveja	1000 ml, 990 ml e 600 ml
Linha 3	6 Tipos de Cerveja	300 ml
Linha 4	3 Tipos de Cerveja	275 ml e 330 ml

Fonte: Autoria própria (2019)

Na Figura 11 pode-se visualizar um fluxograma da linha foco do estudo de caso, Linha 4 representado.

Figura 11 – Fluxograma Linha 4



Fonte: Autoria própria (2019)

Sendo assim, uma vez que temos o fluxograma, pode-se detalhar as determinadas funções dos equipamentos citados:

- Despaletizadora: recebe as garrafas vazias empilhadas em cima de um palete e tem a função de retirar as garrafas desse palete e injetá-las na linha de produção;
- Inspetor de garrafas vazias: munido de um sistema de imagem, tem a função de analisar cada garrafa que é injetada no sistema de produção e identificar possíveis defeitos nas mesmas, caso for notificado algum defeito, imediatamente essa garrafa é retirada automaticamente do processo de produção;
- Enchedora: munido do líquido de cerveja que é disponibilizado pela área do processo, rolhas e de garrafas vazias, a enchedora tem a função de realizar o envasamento desse líquido e arrolhamento do recipiente;
- Pasteurizador: responsável pelo controle microbiológico da cerveja através de um processo de cozimento;
- Rotuladora: munido dos rótulos especificados para a cerveja em produção e das garrafas envazadas provenientes do pasteurizador, esse equipamento tem a função de realizar a colagem desses rótulos na garrafa;

- Empacotadora Cartão: munida de embalagem papel cartão e de garrafas já rotuladas, realiza o empacotamento do engradado de 6 garrafas;
- Empacotadora *Shirink*: munida de filme *shirink* e engradados de 6 unidades, realiza o empacotamento desses engradados em fardos de quatro engradados cada;
- Paletizadora: munida dos engradados envolvidos por um filme *shirink* e de paletes, realiza a paletização desses fardos em cima do palete;
- Envolvedora: munidos dos paletes com fardos empilhados e filme *stretch*, realiza o envolvimento desse palete de produtos acabados;
- Transportador: efetua a conexão entre todos os equipamentos, levando as garrafas de um equipamento ao próximo;

Todo equipamento possui um IHM (Interface Homem Máquina), que através do mesmo, é possível efetuar comandos nos maquinários. Cada equipamento possui parâmetros específicos para cada tipo de produto em questão e esses parâmetros ficam salvos de forma individual no IHM de cada equipamento.

As linhas de produção que envazam em mais de um tipo de embalagem requerem a necessidade da realização do SETUP da linha, tornando a mesma apta para envazar o novo tipo de produto. Os tipos de SETUP que são praticados na linha de long neck nessa unidade fabril são: SETUP de embalagem e de rótulo. No SETUP de rótulo ocorre apenas a mudança dos insumos utilizados, ou seja, dos rótulos adesivos, rolhas e líquido envazado, sendo menos complexo devido à não ter nenhuma necessidade de alteração nos equipamentos. No SETUP de embalagem, além das mudanças de rótulos e rolhas, também ocorre a mudança no tamanho da garrafa long neck e embalagens da mesma, o que exige a readaptação e ajustes dos equipamentos para que sejam produzidos o novo produto. Estes ajustes e readaptações nos equipamentos vão desde situações simples, como trocar um parafuso, até situações complexas como trocar toda a moldura do equipamento, dessa forma, tornando o SETUP de embalagem mais complexo.

Levando em consideração que a linha de produção de número 4 envaza três diferentes tipos de cerveja, adotando as mesmas como cervejas A, B e C. Levando também em consideração que a cerveja A é envazada somente em garrafas de 330 ml, cerveja B somente em garrafas de 275 ml e a cerveja C somente em garrafas de

275 ml. O estudo de caso foi focado no SETUP de embalagem, devido a sua criticidade, conforme descrito no parágrafo anterior. (Tabela 2)

Tabela 2 - SETUP's Linha 4

Linha de Produção	Setup	Tipo de Setup
Linha 4 (Long Neck)	A->B	Embalagem
	A->C	Embalagem
	B->A	Embalagem
	C->A	Embalagem
	B->C	Rótulo
	C->B	Rótulo

Fonte: Autoria própria (2019)

O indicador utilizado para analisar a performance da linha de produção é a eficiência baseada em disponibilidade. Temos que a disponibilidade é definida como o tempo total decrescido de todos os impactos externos à determinada célula, ou seja, são desconsiderados qualquer tipo de dano causado devido à fatores externos, tais como paradas programadas, impactos gerados por logística ou ausência de energia elétrica. Dessa forma, tendo que T_d é o tempo disponível, T_t o tempo total e T_e o tempo ocasionado devido às paradas externas, todos em minutos, temos a equação de tempo disponível (T_d) apresentada pela Eq.1:

$$T_d = T_t - T_e \quad (1)$$

A eficiência de uma linha é um indicador que é utilizado para medir o desempenho em relação aos recursos internos que são utilizados para produzir determinado produto, em um determinado período de tempo, desconsiderando os impactos externos. Sabendo que o tempo disponível (T_d) é dado pela Eq. 1 e o tempo de paradas ocasionadas por impactos internos não programados à célula é dado por T_{in} , temos que a eficiência em porcentagem é representada abaixo pela equação Eq. 2.

$$Eficiência = \frac{T_d - T_{in}}{T_d} \times 100 \quad (2)$$

No SETUP, são analisados dois KPI's, o *ramp-up* e o tempo de SETUP. O *ramp-up* é medido em porcentagem através da eficiência da linha de produção nas quatro primeiras horas de produção após o processo de troca, ou seja, nas quatro primeiras horas após a partida de linha conforme demonstrado na Eq. 3.

$$\mathbf{Ramp - up = \frac{((240 - Te) - Tin)}{240 - Te} \times 100}$$

(3)

Temos que o tempo de SETUP (T_{ST}) é o tempo levado para a troca de um processo em execução até a inicialização do próximo processo, ou seja, é contabilizado o tempo desde o início do processo de SETUP até o momento em que a linha esteja apta para produzir o próximo produto. Adotando T_i como o horário do início do SETUP e T_f como o horário final do SETUP, temos que T_{ST} é calculado de acordo com a Eq. 4.

$$\mathbf{Tst = (Tf - Ti)}$$

(4)

O estudo em questão tem por objetivo avaliar a performance dos KPI's (Key Performance Indicator) *Ramp-Up* e o Tempo de SETUP. A linha de produção estudada, fica situada no packaging, trabalhando ativamente 24 horas por dia e dividida em três turnos (A, B e C). O projeto teve início no mês de março de 2019 e finalizou no mês de janeiro de 2020, ou seja, cerca de 10 meses de duração e foi aplicado na linha 4, abrangendo todos os turnos. O presente estudo também teve a colaboração dos operadores de todos os turnos da linha de produção, além de todos os supervisores, analistas, coordenador da linha de produção e o gerente do Packaging.

Desta forma, o levantamento de dados e variáveis foi executada durante o estudo e descrição das ferramentas, adotando como base documentos e procedimentos operacionais da companhia, artigos, livros, documentos da empresa. Além de pesquisas realizadas em campo, observações foram realizadas junto com o time operacional e também foram feitas coletas de dados através de entrevistas com os supervisores da linha de produção.

Dentre os sistemas internos utilizados na pesquisa, destacam-se dois, o sistema SAP (Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung) que é

traduzida para o português como Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados e o sistema MES (Manufacturing Execution System). O sistema SAP é responsável pelo gerenciamento de dados de produção, contabilidade, estoque e remessas, enquanto o sistema MES é um sistema que estabelece uma interface entre o chão de fábrica e o planejamento, registrando diversas informações da linha de produção, tais como eficiência, disponibilidade, *ramp-up*, tempo de setup, etc. Através desses programas são registrados e calculados de forma automática todos os dados referentes às paradas da linha de produção e os indicadores citados acima (*ramp-up* e tempo de Setup). Todos os dados de paradas são oriundos das paradas provenientes do equipamento denominado enchedora pois como esse equipamento é o responsável por realizar o envasamento do líquido no recipiente, quando o mesmo está parado, significa que não está havendo produção naquele momento. Dessa forma, após todo procedimento de SETUP o sistema disponibiliza os indicadores analisados, que permite analisar a performance do procedimento de troca e esses dados são discutidos no próximo dia útil na reunião diária de produtividade com todos os técnicos, coordenador e supervisor de manutenção da linha de produção.

Na classificação de uma pesquisa, podemos classificar em qualitativa ou quantitativa, quando se refere a sua forma de abordagem de problema. Na abordagem quantitativa, temos os dados coletados e posteriormente tratados através utilização da de modelos estatísticos, o que gera uma maior confiabilidade de resultados, em contrapartida na abordagem qualitativa, o levantamento e tratamento de dados é feito através da observação da rotina e entrevistas com executantes. Existe também a abordagem mista, a qual abrange ambos modelos. (GARCES, 2010)

O estudo foi realizado através da utilização da abordagem mista, uma vez que foram realizadas entrevistas com membros executantes, acompanhamento da rotina, observação das tarefas executadas, assim como análise de dados coletados do sistema de gestão da empresa em questão.

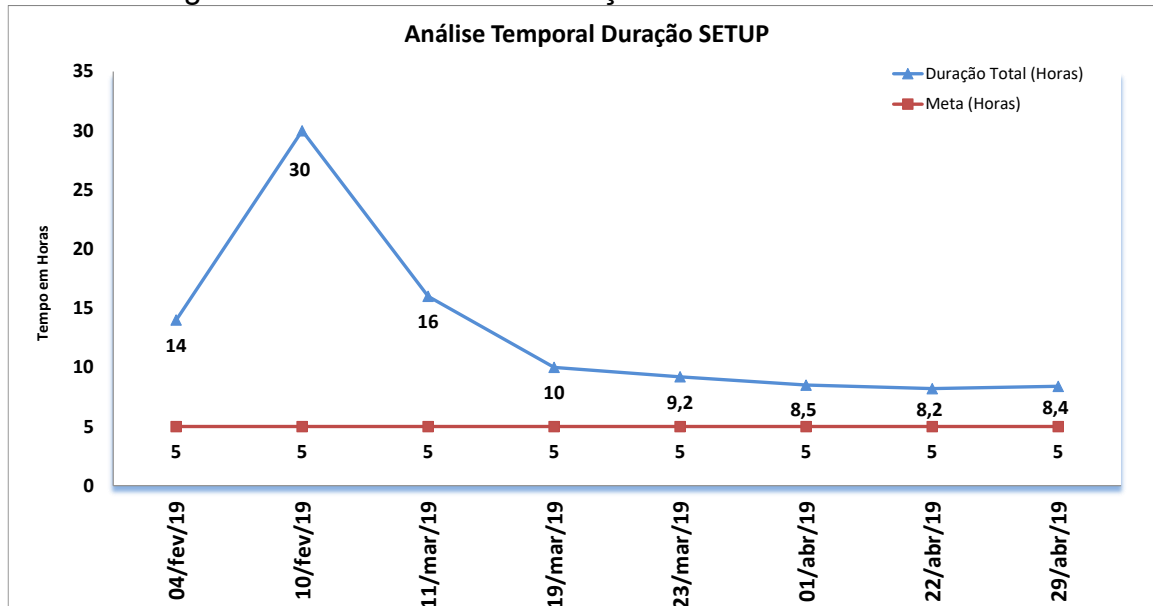
Sobre o objetivo da pesquisa, a mesma se classifica como explicativa, quando o estudo visa mostrar as causas dos problemas estudados, descritiva, quando a pesquisa descreve as características das anomalias encontradas e exploratória, devido a necessidade do levantamento de informações. (Gerhardt e Silveira, 2009)

3.3 Planejamento do Estudo

Com base nos KPI's estabelecidos e através da definição das metas baseadas no benchmarking de uma linha de produção semelhante localizada em outra unidade fabril da companhia, foram levantados os respectivos dados e confeccionado os gráficos que representavam o cenário em que a linha se encontrava, permitindo dessa forma identificar o degrau entre a situação em que a linha se encontrava em relação a meta.

Utilizando o benchmarking de 5 horas como meta e de acordo com os SETUP's que já tinham sido feitos no passado na linha em estudo, foi confeccionado um gráfico que permitia quantificar em horas o quanto àquele processo necessitava ser melhorado. O motivo do estudo á justificado pela grande diferença entre o tempo medido e a meta, que já poderia afirmar que existiam anomalias no procedimento, salientando a necessidade de entender e executar ações para solução dessa problemática. (Figura 12)

Figura 12 - Gráfico do KPI duração do SETUP da Linha 4

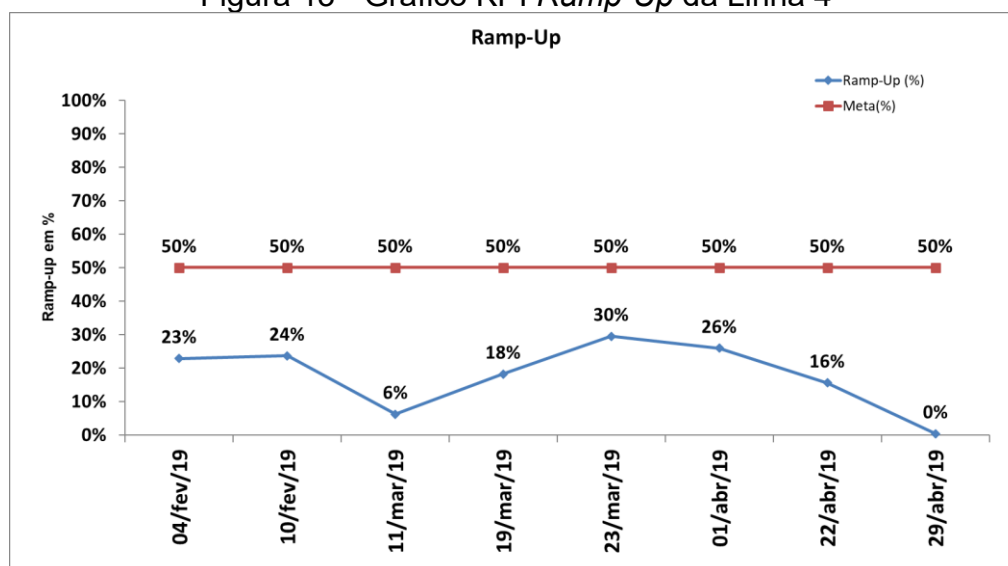


Fonte: Autoria Própria (2019)

Ainda na fase de identificação do problema, utilizando o benchmarking de 50% em uma linha idêntica e com os dados passados do KPI *ramp-up* da linha de produção estudada, foi confeccionado um gráfico na linha do tempo informando esses dados, o que permitia quantificar em porcentagem o quanto faltava para a linha de produção

em estudo atingir a meta estabelecida. Dessa forma, observando o gráfico era possível identificar a baixa eficiência na partida da linha de produção após o SETUP, deixando claro que possuía anomalias no procedimento, o que justificava o estudo em questão. (Figura 13)

Figura 13 - Gráfico KPI *Ramp-Up* da Linha 4



Fonte: Autoria Própria (2019)

Pode se observar, na Figura 12, que a linha em azul representa o número em horas de duração do SETUP da linha de produção estudada em uma linha do tempo, podendo visualizar no gráfico também na linha de cor vermelha a meta de duração do procedimento, tendo como objetivo reduzir o tempo de duração até a meta de 5 horas como demonstrado. Também pode ser observado na Figura 13, apresentado na cor azul, o cenário no qual se encontrava o KPI de eficiência na partida da linha no momento em que se iniciou o projeto, identificando uma eficiência muito baixa após o procedimento de SETUP e demonstrando o objetivo desse indicador na cor vermelha, levando a conclusão que tinha que ser elevado a eficiência na partida da linha para atingir o objetivo esperado de 50% de eficiência no *ramp-up*.

A melhoria dos indicadores de custo é significativa em relação a meta proposta. O impacto é diretamente proporcional às metas de eficiência da cervejaria à medida que esses indicadores eram atingidos. Toda vez que esses indicadores saem fora do esperado, significa que a cervejaria está mais longe de atingir a meta, o preço por garrafa de cerveja está ficando mais alto e está diminuindo o bônus que é pago

anualmente aos funcionários, pois o cálculo do bônus está relacionado com esses KPI's que estão sendo estudados.

Após realizado a identificação do problema, deve-se aprofundar no mesmo com o objetivo de investigá-lo melhor levando em consideração os diferentes pontos de vistas sobre o problema.

Foi realizado um levantamento de dados quantitativos e qualitativos, sendo estes dados confiáveis e bem estruturados. Dessa forma, com o objetivo de organizar e identificar os equipamentos críticos, durante três SETUPS consecutivos foi cronometrado o tempo de duração do procedimento em cada equipamento da linha de produção, calculado a média do tempo e apresentado na forma de tabela apresentando o resultado em horas, percentual e uma coluna informando o valor acumulado, que é obtido somando-se a porcentagem da linha anterior. Com o objetivo de facilitar a confecção do gráfico de Pareto as informações foram dispostas dessa forma. (Tabela 3)

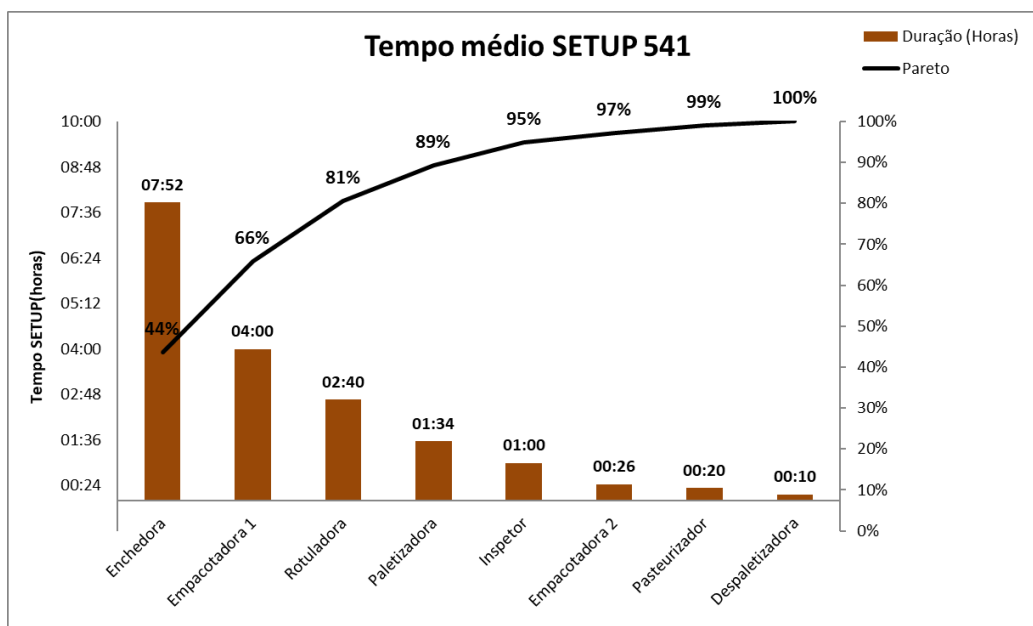
Tabela 3 – Tempo médio gasto para SETUP nos equipamentos da Linha 4

Itens	Duração (Horas)	(%)	Acumulado
Enchedora	07:52	44%	44%
Empacotadora 1	04:00	22%	66%
Rotuladora	02:40	15%	81%
Paletizadora	01:34	9%	89%
Inspetor	01:00	6%	95%
Empacotadora 2	00:26	2%	97%
Pasteurizador	00:20	2%	99%
Despaletizadora	00:10	1%	100%

Fonte: A autoria própria (2019)

Com o objetivo de conhecer quais são as etapas do processo que ocasionam mais problemas e identificar oportunidades de melhoria que sejam determinadas rapidamente foi utilizado o diagrama de Pareto. (Figura 14)

Figura 14 - Gráfico Pareto Equipamentos Linha 4



Fonte: Autorial Própria (2019)

Com o gráfico indicado, através do eixo de Pareto representado pela cor preta, é definido os equipamentos focos dos estudos tendo que, se for tratado os equipamentos Enchedora e Empacotadora teremos cerca de 80% do problema resolvido, logo atingindo os KPI's propostos. Através de análises em campo, pode-se concluir que quanto mais demorado o SETUP, maior é o nível de intervenções, dificuldade e complexidade no mesmo, conseqüentemente, se tornam mais difíceis os ajustes do equipamento, favorecendo o surgimento de erros e anomalias que vão impactar também negativamente na partida do equipamento. Dessa forma, tratando a problemática de tempo de SETUP, também está sendo tratado o *ramp-up*.

Uma vez que foi visualizado onde estão os problemas críticos e que geram o maior impacto nas metas de SETUP, utilizou-se algumas ferramentas da qualidade nessa etapa, tais como diagrama de causa e efeito e os 5 Porquês, para que pudesse ser descoberto a causa fundamental destes problemas.

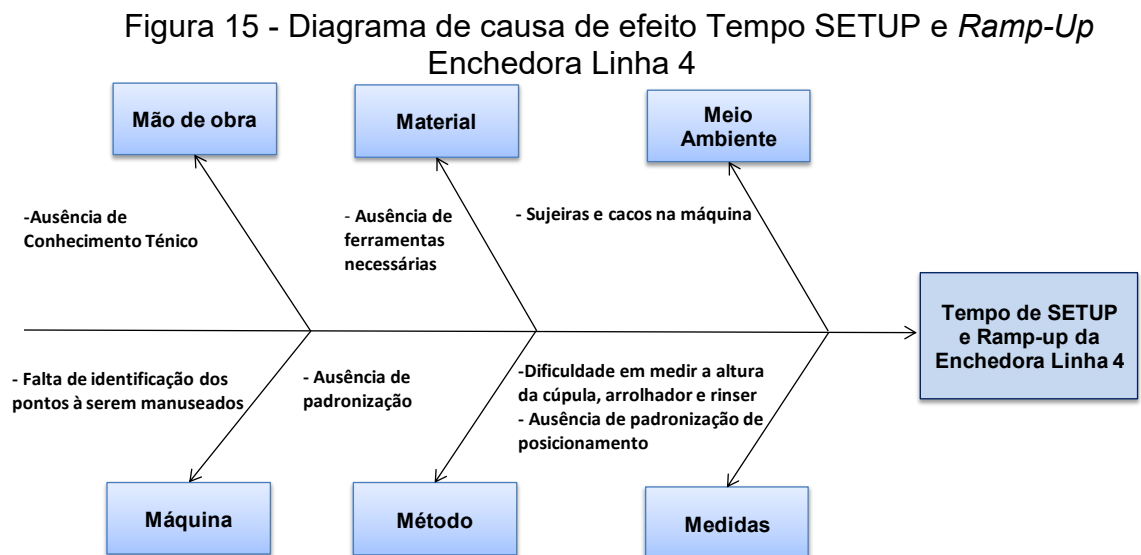
Com o objetivo de levantamento de informações sobre as possíveis causas dos problemas nos equipamentos críticos que foram levantados, foi realizado uma reunião com a operação dos equipamentos focos, supervisores dos turnos da linha de produção e com o gerente da área de produção. A reunião foi iniciada com o brainstorming com a finalidade de fazer um levantamento das possíveis causas dos problemas e posteriormente foi estruturado um diagrama de causa-efeito.

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1 Estudo de caso

4.1.1 Análise Enchedora

De acordo com a Figura 14, chegamos que o maior impacto no SETUP é devido às Enchedoras, dessa forma, foi estruturado um diagrama de causa e efeito para esse equipamento tendo como anomalia o tempo de SETUP e *ramp-up*. (Figura 15)



Fonte: Autoria própria (2019)

Após levantando as causas assim como mostrado na Figura 15, foi utilizado a ferramenta 5 Porquês para se chegar às causas fundamentais das anomalias encontradas e após encontrado essas causas fundamentais, foram montados planos de ações direcionados para cada uma dessas causas fundamentais com o objetivo de solucionar definitivamente esses problemas. (Tabela 4)

Tabela 4 - 5 Porquês Enchedora

Equipamento	6M	1º PORQUÊ	2º PORQUÊ	3º PORQUÊ	4º PORQUÊ	5º PORQUÊ	AÇÕES DE BLOQUEIO
Enchedora	Mão de obra	Ausência de conhecimento técnico	Operador errou na montagem do equipamento	Operador não sabia como montar o componente	Operador não conhecia o componente e suas funções	Operador era novo no equipamento e não teve treinamento adequado para aquele	Definir time de SETUP para Enchedora Montar treinamento e treinar operação no SETUP do equipamento antes de executá-lo
Equipamento	6M	1º PORQUÊ	2º PORQUÊ	3º PORQUÊ	4º PORQUÊ	5º PORQUÊ	AÇÕES DE BLOQUEIO
Enchedora	Material	Ausência de ferramentas necessárias	Ferramentas utilizadas executavam o serviço porém de forma demoradas	Utilização de ferramentas improvisadas	Não foi realizado o mapeamento e estudo de ferramentas necessárias	Ausência de padronização das ferramentas corretas	Padronização de ferramentas necessárias Disponibilização das ferramentas necessárias
Equipamento	6M	1º PORQUÊ	2º PORQUÊ	3º PORQUÊ	4º PORQUÊ	5º PORQUÊ	AÇÕES DE BLOQUEIO
Enchedora	Meio Ambiente	Excesso de sujeiras e cacos no equipamentno, dificultando o SETUP	Ausência do cumprimento da rotina de limpeza do equipamento	Falta de controle do cumprimento da rotina de limpeza	Não existe meio formal de controle de limpeza	Não implementado 5S na área	Implementação e padronização do 5S na área do SETUP
Equipamento	6M	1º PORQUÊ	2º PORQUÊ	3º PORQUÊ	4º PORQUÊ	5º PORQUÊ	AÇÕES DE BLOQUEIO
Enchedora	Máquina	Dificuldade de manuseamento e posicionamento das peças no equipamento	Difícil diferenciação das peças utilizadas	Ausência de nomes e identificação nas peças manuseadas	Ausência de 5S nas peças manuseadas e identificações de encaixe claras no equipamento		Marcação no equipamento por cores. 5S e tagueamento das peças utilizadas.
Equipamento	6M	1º PORQUÊ	2º PORQUÊ	3º PORQUÊ	4º PORQUÊ	5º PORQUÊ	AÇÕES DE BLOQUEIO
Enchedora	Método	Ausência de padronização	Desconhecimento do passo a passo do SETUP	Não existe instruções de como realizar o SETUP	Não existe manual de instruções do SETUP		Estudar e analisar os passos do SETUP para realizar padronização das etapas. Criação de Check List de SETUP.
Equipamento	6M	1º PORQUÊ	2º PORQUÊ	3º PORQUÊ	4º PORQUÊ	5º PORQUÊ	AÇÕES DE BLOQUEIO
Enchedora	Medidas	Dificuldade em medir a altura da cúpula, arrolhador e rinser	Desconhecimento do posicionamento correto da peça	Ajuste fino muito delicado	Range de folga muito pequeno	Ausência de marcações e padronizações de posicionamento	Inclusão no padrão operacional a altura da cúpula e rinser Confecção de gabarito de altura para cúpula e rinser Instalação de régua para medir altura da cúpula

Fonte: Autoria Própria (2019)

Conforme apresentado os 5 porquês na Tabela 4 e as respectivas causas fundamentais, seguem as devidas análises separadas por 6M's.

- **Mão-de-Obra**

Para o quesito mão de obra, de acordo com o 5 porquês apresentado na Tabela 4, foi identificado que a causa fundamental é a falha no treinamento do operador naquele procedimento em que o mesmo estava executando.

Sendo assim, as ações sugeridas para sanar o problema foram definir time de SETUP para Enchedora e montar treinamento e treinar operação no SETUP do equipamento antes de executá-lo.

Dessa forma, levando em consideração que a repetição leva ao aprimoramento da técnica e diminuição de erros, a ação que foi definida juntamente com o time operacional e de técnicos é que seria montado um time fixo para executar o SETUP

sempre que necessário, dessa forma, garantindo que esse time se especializasse no procedimento. Além disso, também foi definido que seria montado um treinamento com conteúdo didático e prático para que fosse ministrado para o time escolhido para o SETUP, dessa forma, garantindo a padronização e nivelamento do procedimento, ensinando as melhores técnicas possível para execução do mesmo.

- **Material**

Conforme apresentado na Tabela 4, no quesito material, a causa fundamental encontrada para a problemática foi a ausência de padronização das ferramentas corretas para o SETUP.

Portanto, como saída do 5 porquê, foram definidas que as ações para tratativa da causa fundamental foram a padronização de ferramentas necessárias para o SETUP e disponibilização das mesmas em campo. Essas ações incluem implicitamente, fazer todo o levantamento de ferramentas a serem utilizadas no SETUP, confeccionar um padrão operacional informando essas ferramentas a serem utilizadas e de qual maneira elas devem ser utilizadas e também realizar todo um orçamento de mercado para encontrar e comprar as melhores ferramentas para a execução do operação da SETUP, sempre preservando a segurança de quem estão manuseando-as.

- **Meio Ambiente**

Conforme apresentado na Tabela 4, para o quesito meio ambiente, a causa fundamental do problema encontrada foi a ausência de implementação do 5S na área em que o SETUP é executado.

Portanto a ação proposta para solucionar a causa fundamental encontrada foi a implementação e padronização do 5s na área do SETUP. Nessa ação está incluso o mapeamento de todos os pontos à serem limpos, divisão das áreas, determinação da frequência em que deve ser realizada a limpeza, identificação dos pontos, disponibilização de materiais estação limpeza, determinação de donos para os inúmeros pontos e também a inclusão de um check-list para que possa ser controlado a execução do mesmo.

- **Máquina**

Como demonstrado na Tabela 4, para o quesito máquina, temos que a causa fundamental é a ausência de 5s nas peças manuseadas e identificações claras no equipamento onde encaixa-las.

Uma vez que identificado as causas raízes, as sugestões dadas para a solução foram a marcação feita por cores no equipamento, 5S e identificação das peças utilizadas. Dessa maneira, com a identificação por cores, possibilitaria a fácil identificação de qual peça seria utilizada e seu determinado encaixe no equipamento, além da identificação das peças por tags e implantação do 5S nas peças, dessa forma, padronizando o seu armazenamento, favorecendo a conservação das peças e proporcionando economia de tempo na hora de efetuar o SETUP, uma vez que todas as peças vão estar armazenadas, limpas e identificadas.

- **Método**

De acordo com a Tabela 4, para o quesito método, podemos verificar que a causa fundamental é a ausência de um manual informando como deve ser feito o SETUP.

Conforme apresentado, temos como ações para soluções das causas fundamentais o estudo e a análise detalhada dos passos do setup para que sejam feitas as padronizações das etapas do procedimento e a criação do check list de SETUP. Essas ações são de extrema importância, pois nelas englobam todo o mapeamento do SETUP, através de observação, registro e discussão, tendo como produto após a análise desses dados levantados, a documentação e confecção de procedimentos de instrução, garantindo que sejam iguais todos os SETUPS que vierem a ocorrer. Além disso, também garantirá a presença de check-lists com o objetivo de garantir a execução de todas as etapas que foram mapeadas, minimizando a probabilidade de erros.

- **Medidas**

Como constatado na Tabela 4, para o quesito máquina, foi encontrado como causa fundamental a ausência de marcações no equipamento e a falta de padronizações de posicionamentos.

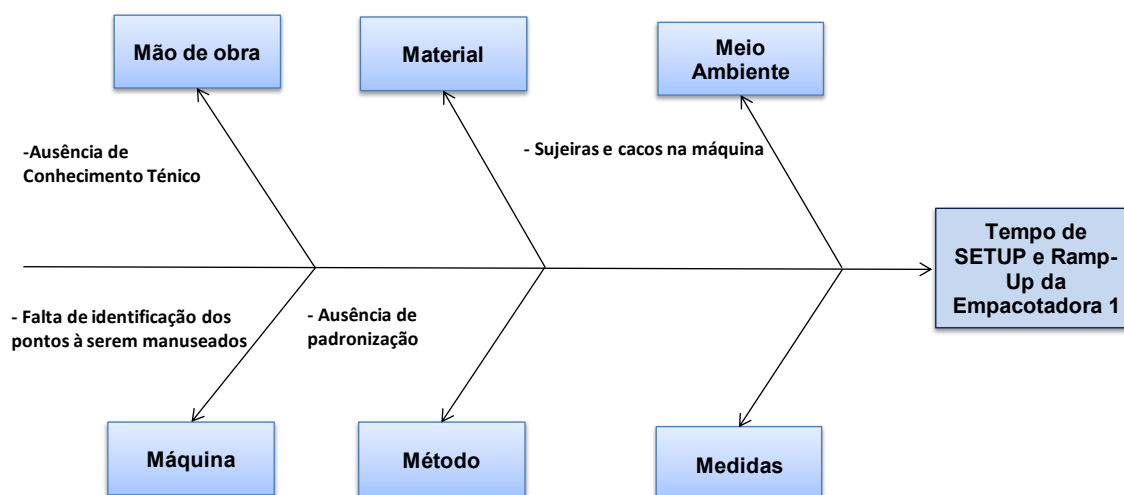
A sugestão para solução dessa causa fundamental foi a inclusão no padrão operacional a informação de altura da cúpula, rinser e arrolhador, além da confecção de gabaritos e instalação de régua para medição da altura da cúpula. Dentro do

equipamento enchedora, existem 3 grandes partições que são: rinser, cúpula e arrolhador. Uma das modificações que são realizadas no equipamento durante o procedimento de SETUP é o ajuste para rodar com o tamanho da garrafa da cerveja que será produzida, o que também torna necessário ajustar as alturas desses componentes pois devido à altura e folgas milimétricas, é muito comum erra-las. Com essas ações, terão três formas diferentes de ajustar e conferir as alturas dessas partições, garantindo a assertividade no SETUP delas.

4.1.2 Análise Empacotadora 1

De acordo com Figura 14 foi identificado que o segundo maior impacto no SETUP é devido à Empacotadora 1, diante disso, foi estruturado um diagrama de causa e efeito tendo como anomalia o tempo de SETUP e *ramp-up* da Empacotadora 1. (Figura 16)

Figura 16 – Diagrama de causa e efeito do tempo de SETUP e *ramp-up* da Empacotadora 1



Fonte: Autoria Própria (2019)

Uma vez que foram encontradas as causas, de acordo com diagrama de Ishikawa ilustrado acima pela Figura 16, temos que as anomalias identificadas para Mão de obra, Meio ambiente, Máquina e Método foram idênticas às que foram encontradas no diagrama indicado na Figura 15, dessa forma, foram utilizadas as

mesmas ações que foram previamente encontradas através dos 5 porquês para do equipamento enchedora. (Tabela 5)

Tabela 5 - Ações de Bloqueio Empacotadora 1

Equipamento	6M	AÇÕES DE BLOQUEIO
Empacotadora 1	Mão de obra	Definir time de SETUP para Empacotadora 1 Montar treinamento de SETUP e ministrar para o time previamente montado.
Equipamento	6M	AÇÕES DE BLOQUEIO
Empacotadora 1	Meio Ambiente	Implementação e padronização do 5S na área do SETUP
Equipamento	6M	AÇÕES DE BLOQUEIO
Empacotadora 1	Máquina	Marcação no equipamento por cores. 5S e tagueamento das peças utilizadas.
Equipamento	6M	AÇÕES DE BLOQUEIO
Empacotadora 1	Método	Estudar e analisar os passos do SETUP para realizar padronização das etapas. Criação de Check List de SETUP.

Fonte: Autoria Própria (2019)

- **Mão de Obra**

Para o quesito mão de obra, como apresentado na Tabela 5, as soluções encontradas para essa causa fundamental são: no primeiro momento, definir o time de SETUP para a Empacotadora 1, garantindo que sempre serão as mesmas pessoas que executarão o mesmo, proporcionando um maior aprendizado e assertividade

desse time, levando em consideração que a repetição é um dos fatores fundamentais para garantir esses elementos. Em segundo, confeccionar um treinamento do procedimento, do começo ao fim, e posteriormente treinar o time da forma mais didática possível, realizando o detalhamento das técnicas necessárias para a execução do SETUP.

- **Meio Ambiente**

Uma vez que a causa encontrada pelo diagrama de Ishikawa Figura 15 é idêntica à que foi apresentada na Figura 16, os 5 Porquês e as ações foram também iguais. Sendo assim, para o quesito meio ambiente foi apresentado a ação “Implementação e padronização do 5S na área do SETUP”, como indicado na Tabela 5. Dessa forma, nesta ação está incluso o rastreamento e divisão de todos os pontos à serem limpados, determinação da frequência que deve ser realizada a limpeza, nomeação dos pontos, confecção de uma estação limpeza, definição de donos para os inúmeros pontos e também a inclusão de um check-list para que possa ser monitorado a execução da limpeza nos pontos previamente determinados.

- **Máquina**

De acordo com a Tabela 5, para o quesito máquina foi apresentado as seguintes soluções: Marcação no equipamento por cores, 5S e tagueamento das peças utilizadas. Sendo assim, temos como tratativas das causas fundamentais a marcação feita por cores, possibilitando a fácil identificação da peça que será utilizada e seu determinado encaixe no equipamento, além da identificação das peças com auxílio de tags e implantação do 5S nas peças, dessa forma, padronizando o seu armazenamento, favorecendo a conservação das peças e proporcionando economia de tempo na hora de efetuar o SETUP, uma vez que todas as peças vão estar armazenadas, limpas e identificadas.

- **Método**

De acordo com a Tabela 5, para o quesito método foi apresentado as seguintes ações: estudar e analisar os passos do SETUP para realizar a padronização das etapas e criação de check list de SETUP. Nessas ações englobam todo o mapeamento do SETUP, através de observação, registro e discussão com o time operacional, tendo como produto após a análise desses dados levantados, a

documentação e confecção de procedimentos de instrução, garantindo que sejam iguais todos os SETUPS que vierem a ocorrer. Além disso, também garantirá a presença de check-lists com o objetivo de garantir a execução de todas as etapas que foram mapeadas, minimizando a probabilidade de erros.

4.1.3 Plano de Ação

O objetivo nessa etapa é calendarizar a execução das tarefas conforme as ações que foram encontradas na análise anterior.

Seguindo o fluxo do ciclo PDCA, no qual todas as informações são interligadas, nesta etapa são recolhidas e utilizadas todas as informações que foram obtidas das análises efetuadas para montar o plano de ação.

Foi elaborado um plano de ação com a utilização da ferramenta 5W2H adaptada para bloquear as causas analisadas, solucionando-as e evitando que os problemas voltem a acontecer. (Tabela 6)

Tabela 6 - Plano de Ação

Plano de Ação para o SETUP de acordo com a ferramenta 5W2H								
	Data	Origem	What (O que?)	Why (Porque?)	When (Quando?)	Who (Quem?)	How (Como ?)	STATUS
1	mar-19	5 Porquês	Definir time de SETUP (Enchedora e Empacotadora 1)	Fixar time para realizar SETUP, tornando o procedimento mais rápido e acertivo	mai-19	Supervisor de linha	Escolher os melhores operadores e fixa-los no SETUP	Completo
2	mar-19	5 Porquês	Montar treinamento de SETUP e ministrar para o time previamente montado (Enchedora e Empacotadora 1)	Instruir e nivelar time sobre conhecimento de como se fazer o SETUP, tornando-o mais rápido e acertivo	jul-19	Supervisores da linha e Operação	Observar os passos, procedimentos e melhores práticas do SETUP, montar treinamento didático e	Completo
3	mar-19	5 Porquês	Padronização e disponibilização das ferramentas necessárias para Enchedora	Facilitar e agilizar o SETUP	ago-19	Supervisor de Manutenção	Realizar levantamento de todas as ferramentas necessárias, solicitar orçamento e compra-las	Completo
4	mar-19	5 Porquês	Implementação e padronização do 5S na área do SETUP (Enchedora e Empacotadora)	Organização da área com objetivo de ganhar tempo no SETUP	ago-19	Supervisor de linha	Observar a área, identificar oportunidades e implantar 5S	Completo
5	abr-19	5 Porquês	Marcação no equipamento por cores. (Enchedora e Empacotadora 1)	Agilizar o processo e diminuir erros	out-19	Operação e Supervisor de linha	Verificar e marcar todos os lugares no equipamentos que há necessidades de trocar peças no SETUP	Completo
6	abr-19	5 Porquês	5S e tagueamento das peças utilizadas. (Enchedora e Empacotadora 1)	Facilitar a identificação de peças o que economizará tempo	out-19	Supervisor de linha	Verificar e identificar todas as peças que são trocadas no SETUP	Completo
7	abr-19	5 Porquês	Estudar e analisar os passos do SETUP para realizar padronização das etapas. (Enchedora e Empacotadora 1)	Estudar e registrar formas mais ágeis e menos complexas de realizar o SETUP, ganhando tempo e	nov-19	Operação, Supervisores de linha e Supervisor de Manutenção	Registrar e anotar todas as alterações feitas no SETUP e criar manual com essas informações	Completo
8	abr-19	5 Porquês	Criação de Check List de SETUP. (Enchedora e Empacotadora 1)	Evitar erros e esquecimentos no procedimento de SETUP	ago-19	Supervisor de Manutenção	Observar todos os passos do SETUP e confeccionar check-list obtendo esses passos	Completo
9	abr-19	5 Porquês	Inclusão no padrão operacional a altura da cúpula e rinser (Enchedora)	Facilitar e garantir acertividade nos ajustes de altura do equipamento, ganhando tempo e evitando	nov-19	Supervisor de linha	Com auxilio da operação, verificar e medir os valores das alturas e registra los no padrão operacional	Completo
10	abr-19	5 Porquês	Instalação de régua para medir altura da cúpula (Enchedora)	Facilitar e garantir acertividade nos ajustes de altura do equipamento, ganhando tempo e evitando	nov-19	Técnico do equipamento	Comprar régua milimetrada e instalar no equipamento e forma que seja possível de realizar a leitura da mesma	Completo
11	abr-19	5 Porquês	Confeção de gabarito de altura para cúpula e rinser (Enchedora)	Facilitar e garantir acertividade nos ajustes de altura do equipamento, ganhando tempo e evitando	nov-19	Técnico do equipamento	Com a altura já medida, confeccionar gabarito do mesmo tamanho já registrado.	Completo

Fonte: Autoria Própria (2019)

Conforme apresentado na Tabela 6, neste plano, descreve-se a origem das ações, o que deve ser feito, por quem, como, por que e a data limite de realização. Utiliza-se todos esses dados são para facilitar o cumprimento das ações, já que quanto maior o nível de detalhamento, mais fácil de serem concluídas.

De acordo com a ação 1 da Tabela 6, foi criado junto com o supervisor de linha, um time de elite para efetuar o SETUP na enchedora e empacotadora 1. Devido ao tamanho do equipamento, foram fixadas 3 pessoas por enchedora, sendo que existe 2 enchedoras, dando o total de 6 pessoas na área das enchedoras. Quanto a empacotadora 1, foram fixados 2 operados para o equipamento. Dessa forma, o conhecimento técnico desse time se tornou aprimorado e a cada SETUP, o time diminuía o tempo gasto no procedimento e reduzia a quantidade de erros no

procedimento. Vale ressaltar que muitos desses erros só são possíveis de verificar quando o equipamento começa a operar, sendo assim, tem que interromper a produção para concertar o erro, tendo impacto direto na eficiência da partida da linha, ou seja, do *ramp-up*.

Através da observação, acompanhamento e registro de todas as informações, como diz na ação 2, foi montado um treinamento teórico e prático do SETUP da enchedora e empacotadora 1. Após efetuado esse treinamento, o time já fixado como fala na ação 1, foi treinado. Posteriormente à esse treinamento, pode-se verificar uma familiaridade bem maior do time operacional com o SETUP nos respectivos equipamentos. Dessa forma, foi permitido que o SETUP fosse aprendido de forma mais veloz.

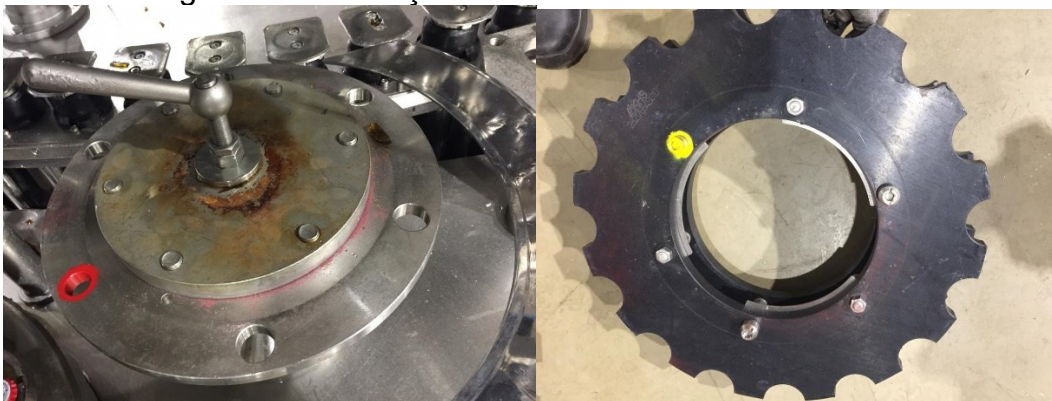
Na ação 3, foi realizado todo o levantamento de ferramentas necessárias no SETUP da enchedora, estudado as melhores ferramentas que tem disponíveis no mercado, feito orçamento e posteriormente, foram adquiridas e disponibilizadas essas ferramentas para o time de SETUP. Dessa forma, tornou se o SETUP na enchedora mais ágil, eficaz e seguro. O tempo perdido procurando ou improvisando ferramentas se tornou próximo de zero.

Na ação 4, foi estudado, mapeado e executado o 5S em toda a área do SETUP da enchedora e empacotadora 1. Foi executado e implementado um programa de mudança da área de acordo com os princípios das ferramentas 5S, envolvendo padronização de lugares das ferramentas, lugares fixos para as peças das máquinas, identificação das peças por cores, identificação dos lugares de encaixe das peças e nomeação das peças com tags.

Na ação 5, foi feito um trabalho de marcação e identificação das peças e encaixes por cores na enchedora e empacotadora 1. Com o objetivo de facilitar o SETUP e diminuir a quantidade de erros, foram verificados e estudados das as peças e seus respectivos pontos de encaixe nos equipamentos, após isso, foi realizado a identificação por cores dessas peças e indicação da correta posição de encaixe no equipamento. Exemplificando, no SETUP da cerveja A para a cerveja B (330 ml para 275 ml) na enchedora, a maioria das peças que são trocadas, são guias e estrelas. A diferença dessas guias e estrelas utilizadas para a cerveja A para cerveja B são mínimas, impossíveis de serem visualizadas sem algum instrumento de medição e de posicionamentos de encaixes únicos no equipamento. Dessa forma, com a

identificação e indicação correta de montagem de cada um desses itens por cores, deixa o processo mais didático e intuitivo. (Figura 17)

Figura 17 - Marcação nas estrelas e encaixes da Enchedora



Fonte: Autorial Própria (2019)

Já na ação 6, como complemento da ação 5, foi utilizada a ferramenta de 5S para realizar a organização e nomeação das peças utilizadas no SETUP. Como citado na ação de número 5, muitos itens que são trocados no SETUP são muito semelhantes e de difícil diferenciação das demais sem auxílio de ferramentas. Dessa forma, foi organizado, padronizado e colocado etiquetas nomeando cada componente, sendo de extrema ajuda e facilitação do manuseio dessas peças na hora do SETUP, inclusive, mantendo o local em que as mesmas ficam armazenadas e as peças limpas e organizados, deixando-os sempre disponíveis para o SETUP. (Figura 18)

Figura 18 - 5S e taguamento peças enchedora




Fonte: Autorial Própria (2019)

Na ação 7, ocorreu a padronização do SETUP na empacotadora 1 e enchedora. No momento em que a linha de produção começou a fazer SETUP, uma equipe técnica realizou um treinamento para alguns operadores em específico. Após isso, é esperado que esses operadores que foram treinados aprendam e repassem o conhecimento para os demais operadores no SETUP. Sabendo que o esse procedimento é complexo e de difícil aprendizado, foram reunidos os melhores operadores e técnicos, sob o auxílio também dos supervisores de linha, e foram lembrados, otimizados, melhorados e anotados os passos do SETUP, se atentando minuciosamente aos detalhes. Dessa forma, foi produzido um documento indicando tudo e todos os passos necessários para o SETUP, fornecendo instruções para pessoas inclusive com baixo nível de instrução, como se fosse um manual técnico ensinando a realizar o SETUP, do zero.

Na ação de número 8, foi criado um check-list de SETUP para que fossem minimizados os erros e enumerados as sequências dos passos do SETUP na empacotadora e enchedora 1. Como um complemento da ação passada de número 7, nessa ação de número 8, foram divididos os passos principais do SETUP e foi criado um check list, dessa forma, a medida que o procedimento de SETUP está acontecendo, esse check list tem como objetivo indicar os próximos passos que serão executados. Durante o SETUP, foi disponibilizado esse check list e o procedimento operacional, dessa forma, a cada etapa concluída, o time operacional sinaliza anotando um check no documento e já verifica qual a próxima etapa a ser executada. Portanto, com essa ferramenta, se torna quase impossível a operação pular ou inverter algum procedimento operacional. (Figura 19)

Figura 19 – Exemplo primeira página Check List Empacotadora 1

CHECKLIST DE PÓS SETUP - EMPACOTADORA CARTÃO LINHA 541							
Executar esse checklist no turno posterior ao SETUP							
NOME:							
DATA: / /							
PEÇAS EMPACOTADORA			Legenda				
Checar integridade das peças			 (Vermelho)	Budweiser			
Checar fixação, falta de parafusos/ porcas/ travas/ etc			 (Amarelo e Preto)	Skol Luna e Puro Malte			
Garantir Limpeza de todos componentes listados			 (Feixe Amarelo)	Para utilizar cartão sem Tablocker			
Garantir o reparo de anomalias encontradas			 (Feixe vermelho)	Para utilizar cartão com Tablocker			
FERRAMENTAS							
ORGANIZAÇÃO DA ÁREA		Status		KITS SETUP			
		OK	NOK	FERRAMENTAS	OK	NOK	
Limpar todas as peças da máquina				Allen 4,5			
Organizar as peças no carrinho SETUP				Chave de fenda			
Guardar as peças no seu devido lugar				Combinado 19			
PEÇA		Status		PEÇA		Status	
* TABLOCKER LADO DIREITO		OK	NOK	* TABLOCKER LADO ESQUERDO		OK	NOK
							

Fonte: Autoria Própria (2019)

Na ação 9, com o auxílio de ferramentas de metrologias, foram medidos, registrados e anotados no padrão operacional valores sensíveis de ajustes da altura da cúpula e do rinser na enchedora. Dentro do equipamento enchedora, possui a partição rinser e cúpula. No SETUP da cerveja A para B, ou seja, do recipiente de 330 ml para 275 ml, é necessário a mudança na altura dessas duas partições para deixar o equipamento apto para produzir o novo produto. Porém, essas alturas são muito sensíveis e comumente foram erradas pela operação por diversos motivos, dentre elas, dificuldade de medição e desconhecimento da altura correta. Portanto, com o auxílio de um parquímetro, foi realizado a medição do valor correta das alturas dessas duas partições e foram inclusos esses valores no padrão operacional, assim como a forma que deveriam ser realizadas essas medições para que toda vez que o SETUP fosse realizado, essas informações estivessem disponíveis para a operação com o objetivo de redução do erro e otimização do tempo utilizado no SETUP.

As ações de número 10 e 11, também foram complementos dos problemas e fatores citados na ação acima, de número 9, no equipamento enchedora. Uma vez que citado anteriormente, no parágrafo acima, a dificuldade de medição e visualização

da altura do rinser e da cúpula é muito grande. Sendo assim, na ação de número 10, com o objetivo de facilitar esse procedimento, foram instaladas réguas em pontos estratégicos do equipamento com o objetivo de facilitar a visualização da altura dessas partições pelos operadores. Ainda como complemento na aferição e posicionamento correto da altura da cúpula e do rinser, na ação de número 11, foram confeccionados gabaritos de tamanhos específicos que tem como objetivo de auxiliar na medição e posicionamento dessas partições. Esses gabaritos foram disponibilizados juntos com as ferramentas do SETUP e toda vez que foi feito o setup de recipiente, foram utilizados para os ajustes das novas alturas, dessa maneira, ajudando na abolição do erro no SETUP por ajustes de altura da cúpula e rinser, também fazendo o SETUP ser mais rápido. (Figura 20)

Figura 20 - Gabaritos opara altura da cúpula e rinser



Fonte: Autoria Própria (2019)

4.1.4 Check e Apresentação Dos Resultados

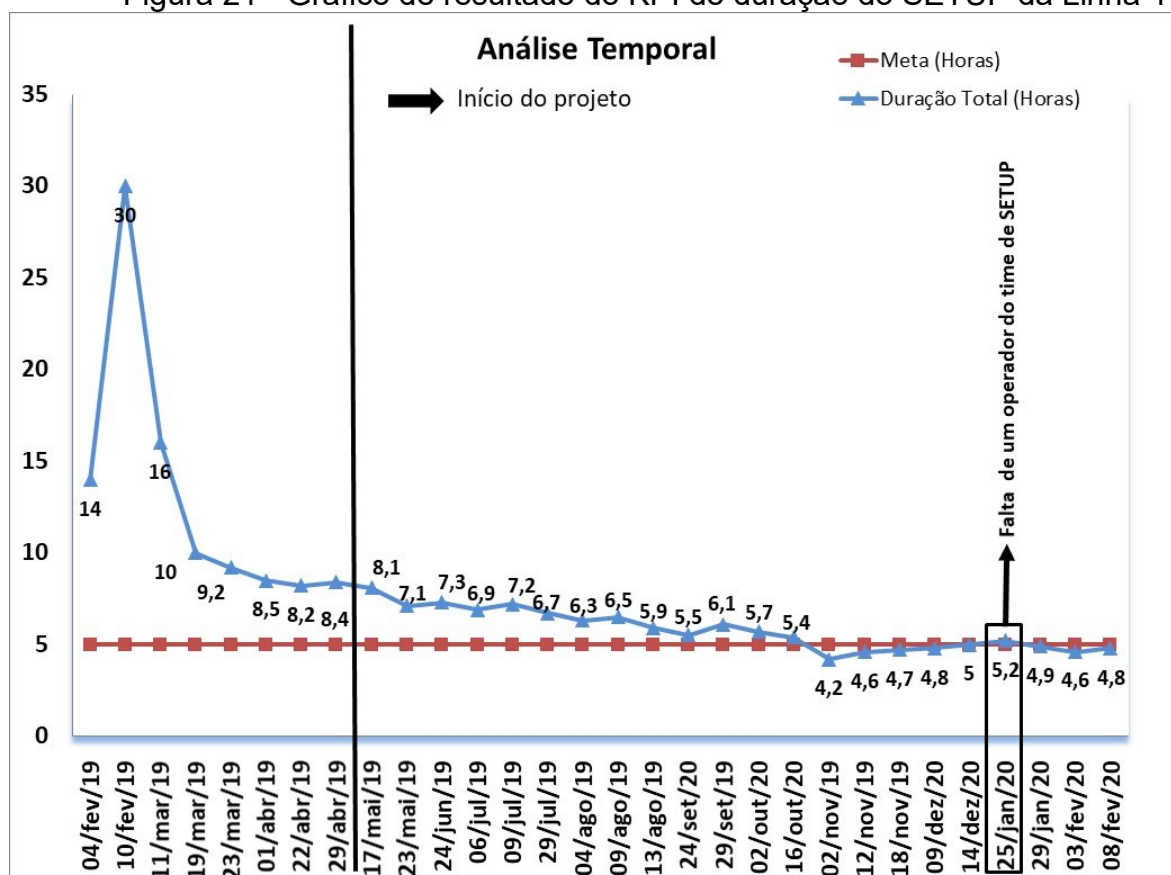
Nesta etapa do PDCA, com o objetivo de verificar a efetividade das ações que foram executadas realizou-se a averiguação dos resultados. Com o objetivo de verificação, todas as ações implementadas eram checadas de tempos em tempos para garantir a execução delas e não deixar que as mesmas fossem executadas de maneira errônea para que houvesse uma leitura fiel do impacto das ações executadas.

Segundo Marra (2018), em seu estudo de caso direcionado ao sistema de controle diário de desperdícios na indústria de cigarros, foi utilizado a mesma

metodologia aplicada neste presente estudo. No estudo de caso aplicado à fábrica de cigarros, o objetivo era abaixar o índice de rejeição de cigarros e através da utilização das mesmas ferramentas de qualidade como Ciclo PDCA e Diagrama de Ishikawa, foi obtido uma diminuição da média de rejeição de 12%. O índice de rejeição média foi reduzido de 1,89% para 1,67%, o que nos permite evidenciar e quantificar a eficiência do método uma vez que aplicado da forma correta.

Para permitir que os resultados desse estudo fossem verificados e acompanhados da melhor maneira possível, foram feitos dois gráficos apresentados nas Figs. 21 e 22. Este primeiro gráfico mostra a evolução do tempo em que a equipe levava para executar o SETUP.

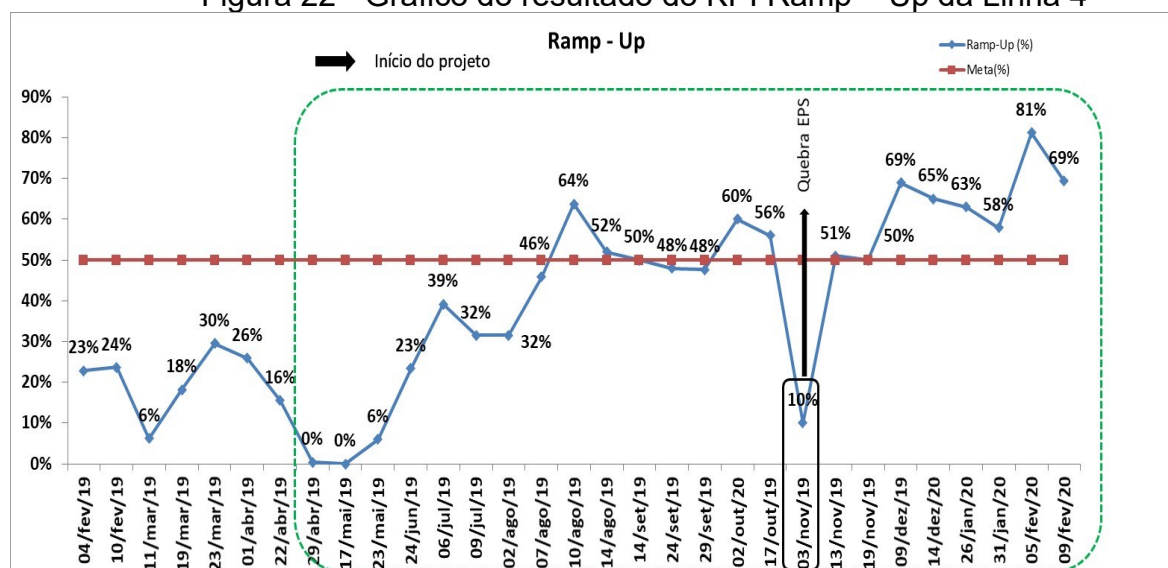
Figura 21 - Gráfico de resultado do KPI de duração do SETUP da Linha 4



Fonte: Autoria Própria (2019)

Este segundo gráfico, mostra o *ramp-up* na linha do tempo, que é a eficiência da linha nas quatro primeiras horas após a partida da mesma. (Figura 22)

Figura 22 - Gráfico do resultado do KPI Ramp – Up da Linha 4



Fonte: Autoria Própria (2019)

De acordo com o que pode ser observado nas Figs. 21 e 22, os resultados das ações aplicadas foram muito bons. A partir do mês de maio de 2019, já é possível verificar melhoras significativas do tempo de duração do SETUP e do *ramp-up*.

Analisando a Figura 21, levando em consideração que o projeto começou no mês de maio de 2019 e terminou no mês de fevereiro de 2020, foram 10 meses ao total do projeto. De acordo com o que é demonstrado no gráfico, podemos ver uma evolução boa e sólida do projeto. Com o objetivo de análise, considerando a média do tempo de duração dos 3 últimos SETUP's antes do início do projeto, ou seja, a média do dia 01/04/2019, 22/04/2019 e 29/04/2019 foi de a 8,4 horas. Calculando a média do tempo de duração nos 3 últimos SETUP's no final do projeto, ou seja, dos dias 29/01/2020, 03/02/2020 e 08/02/2020, foi de 4,8 horas. Desta forma, podemos afirmar que tivemos um ganho de cerca de 3,6 horas na KPI de duração do tempo do SETUP.

Já na análise Figura 22, à medida que as ações propostas vão sendo executadas, é notório o avanço e melhora do *ramp-up* da linha de produção. Considerando a média do *ramp-up* dos 3 últimos SETUP's antes do início do projeto, ou seja, a média do dia 01/04/2019, 22/04/2019 e 29/04/2019 foi de 14%. Já a média dos 3 últimos *ramp-up* que ocorreram no final do projeto, ou seja, no dia 31/01/2020, 05/02/2020 e 09/02/2020 foi de 69%. Dessa forma, considerando essas duas médias, podemos afirmar que com a execução do plano de ação proposto conforme Tabela 6, obteve-se um ganho de cerca de 55% no KPI *ramp-up*.

Sabemos que embora o resultado seja consistente, vez ou outra pode ocorrer alguma variação nos KPI's. Dessa forma, é necessário realizar o acompanhamento dos mesmos e quando for atingido o gatilho, ou seja, quando o valor obtido for abaixo da meta, utilizar a ferramenta dos 5 Porquês para encontrar a causa fundamental do mesmo e corrigi-la, quando o problema for relacionado a SETUP.

Na Figura 21, podemos observar que o tempo do SETUP no dia 25/01/2020 foi maior do que o planejado, com um tempo total 5,2 horas para uma meta de 5 horas, pois houve um absenteísmo no dia em que foi planejado o SETUP, sendo assim, teve um operador a menos atuando no procedimento o que deixou o mesmo mais demorado, portanto, não há relação direta com problema no SETUP. Já na Figura 22, no dia 03/11/2019, devido à quebra do equipamento empacotadora 2 (empacotadora shrink), podemos verificar que ocorreu uma má partida da linha no dia, obtendo um ramp-up de 10%, sendo que a meta é de 50%.

4.1.5 Padronizações e Correções

Nessa parte do ciclo PDCA, são efetuadas todas as correções necessárias e após isso, são efetuadas as padronizações das ações executadas para que elas não caiam no esquecimento.

Algumas ações que apresentaram resultado muito positivo são padronizadas e replicada para o resto da companhia. As ações do check-list de SETUP foram muito bem aceitas e apresentaram resultados muitos bons, portanto, elas foram padronizadas e replicadas para outras unidades também.

Todas as ações propostas foram executadas e deram bons resultados. Como sugestão de melhoria contínua e incentivo para melhorar os resultados, pode ser trabalhado o engajamento do time operacional no procedimento de SETUP. Uma vez que o time entendendo a importância de um SETUP bem feito, isso pode mudar esse procedimento de patamar. Uma vez que esse procedimento de troca é efetuado com sucesso, além de estar gerando economia para a empresa, os próprios operadores estão contribuindo para a maior comodidade do próprio trabalho deles, sendo que, caso a linha tenha uma boa partida, isso significa que o equipamento estará rodando com o menor números de intervenções possíveis e com cobrança menores, tornando a vida da operação desses equipamentos mais cômoda e fácil.

5. CONCLUSÕES

Com a utilização das ferramentas da qualidade associado ao método PDCA, foi possível realizar uma boa estruturação e análise dos problemas e também encontrar soluções eficazes para que fosse possível melhorar os KPI's de tempo de SETUP e ramp-up na determinada linha de produção. A utilização e aplicação dessas ferramentas auxiliaram no controle e melhoria dos processos de envase na linha de produção em que elas foram executadas

Esse estudo de caso contribuiu muito para a melhoria dos indicadores de custo da companhia. A linha de produção na qual o estudo foi realizado se encontrava em crise devido à enorme dificuldade de realização do procedimento de troca na mesma. A cada dia mais, o mercado estava exigindo diferentes produtos da linha de produção e a mesma não conseguia entregar o volume desejado devido às constantes dificuldades no SETUP. Após as ações implementadas, foi possível garantir confiabilidade ao processo de SETUP, se tornou possível cumprir com o que planejado. A linha passou a entregar o volume que era exigido da mesma, executando o SETUP no tempo proposto e realizando a partida com a eficiência que era esperada.

Com isso, podê-se concluir que o problema encontrado era diversificado de várias formas. Faltava conhecimento técnico para o time operacional de SETUP, uma vez que a linha de produção era nova e o time operacional também, faltaram treinamentos e instruções necessárias para o time. Outro problema constatado também foi por parte da padronização, todo o procedimento era muito complexo, porém não havia nada documentado ou sequer instruindo como deveria ocorrer o SETUP. Foi constatado também muitas oportunidades de melhorias por parte dos equipamentos, necessidade de adaptações e identificações, deixando o procedimento mais fácil. Pelo fato do desconhecimento, falta de preparação e alinhamento, também ocorriam falhas comportamentais e organizacionais. Por último, foi identificado também, falha pela liderança na disponibilização das ferramentas adequadas para o procedimento de troca. Portanto, após corrigido todos esses problemas e efetuado a aproximação do time operacional com o alinhamento da empresa com o procedimento de SETUP, a tendência é que os resultados melhorem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENTA, C. E. B.; OLIVEIRA, L. J. A., ENEGEP. Análise do Sistema KANBAN para gerenciamento da produção com auxílio de elementos de tecnologia da informação. 2001.

BAUER, J. E.; DUFFY, G. L.; WESTCOTT, R. The quality improvement handbook. ASQ Quality Press Milwaukee, WI, 2006. p. ISBN 0873896904.

BERGER, A. J. I. M. S. Continuous improvement and kaizen: standardization and organizational designs. 1997.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento pelas diretrizes. 1996.

CHAVES FILHO, J. G. B. Melhores práticas para garantia de sustentabilidade de melhorias obtidas através de eventos kaizen. 2010. f. - Universidade de São Paulo.

FONSECA, L.; RIBEIRO, R.; REIS, R.; MESQUITA, K. A FERRAMENTA KAIZEN NAS ORGANIZAÇÕES 2018.

FONTES, E.; LOOS, M. J. J. R. E. Aplicação da metodologia Kaizen: um estudo de caso em uma indústria têxtil do centro oeste do Brasil. v. 38, n. 21, 2017.

GARCES, S. B. B. J. U. D. C. A. U. Classificação e tipos de pesquisas. 2010.

GHINATO, P. J. P. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time. v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995. ISSN 0103-6513.

HITOMI, K. The Japanese way of manufacturing and production management. Technovation, v. 3, n. 1, p. 49-55, 1985/02/01/ 1985. ISSN 0166-4972.

ISHIKAWA, K. Controle de qualidade total à maneira japonesa. In: (Ed.). Controle de qualidade total à maneira japonesa, 1993. p.221-221.

KUME, H. Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. Gente, 1993. p. ISBN 8585247436.

KUROKAWA, E.; BORNIA, A. C. Utilizando o histograma como uma ferramenta estatística de análise da produção de água tratada de Goiânia. XXVIII CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 2002.

LEMING-LEE, T. S.; POLANCICH, S.; PILON, B. The Application of the Toyota Production System LEAN 5S Methodology in the Operating Room Setting. *Nursing Clinics of North America*, v. 54, n. 1, p. 53-79, 2019/03/01/ 2019. ISSN 0029-6465.

LISBÔA, M. D. G. P.; GODOY, L. P. J. I. J. O. I. E. Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: a joia. v. 4, n. 7, p. 32-47, 2012. ISSN 2175-8018.

OHNO, T. O sistema Toyota de produção além da produção. Bookman, 1997. p. ISBN 8573071702.

PALADUGU, B. S. K.; GRAU, D. Toyota Production System – Monitoring Construction Work Progress With Lean Principles. In: (Ed.). *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*: Elsevier, 2019. ISBN 978-0-12-803581-8.

TETTEH, H. A. Kaizen: A Process Improvement Model for the Business of Health Care and Perioperative Nursing Professionals. *AORN Journal*, v. 95, n. 1, p. 104-108, 2012/01/01/ 2012. ISSN 0001-2092.

WOOD JR, T. Fordismo, Toyotismo e Volvismo: os caminhos da indústria em busca do tempo perdido. *Revista de Administração de Empresas*, v. 32, p. 6-18, 1992. ISSN 0034-7590.