



ALISSON BRUNO SANTOS

LUCAS NOVELLO CARVALHO MARQUES

**ANÁLISE DE PERDAS E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS
DE PRODUÇÃO ENXUTA EM UMA LINHA DE ENVASE DE
SHAMPOOS E CONDICIONADORES**

LAVRAS – MG

2022

ALISSON BRUNO SANTOS
LUCAS NOVELLO CARVALHO MARQUES

**ANÁLISE DE PERDAS E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE PRODUÇÃO
ENXUTA EM UMA LINHA DE ENVASE DE *SHAMPOOS* E CONDICIONADORES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Mecânica,
para a obtenção do título de Bacharel.

Prof^a. Dr^a. Joelma Rezende Durão Pereira
Orientadora

Prof. Dr. Sandro Pereira da Silva
Coorientador

LAVRAS – MG
2022

RESUMO

Diante ao cenário atual, no qual, vive-se em um ambiente industrial altamente competitivo, a gestão de qualidade e a fluidez da produção assumem papel de suma importância, pois esses modelos de qualidade são capazes de auxiliar a companhia a alcançar os resultados esperados. O presente trabalho conceitua o *Lean Manufacturing* e suas ferramentas qualitativas para que possa ser evidenciado essa competitividade na indústria cosmética. O estudo de caso em questão considera os tempos de paradas de uma linha de produção na célula de envase de *shampoo's* e condicionadores levantando indicadores de paradas a partir das ferramentas Diagrama de Ishikawa, 5W2H, Pareto e outras ferramentas. e os pontos que deverão ser atacados para que se permita reduzir as paradas não desejadas na produção sob a ótica da produção enxuta. O planejamento do projeto se baseia em dados concisos a partir das paradas em suas causas e efeitos. Definida a problemática, as orientações de solução foram baseadas nas ferramentas apresentadas e apontadas em forma de proposta para melhorias e, conseqüentemente, amenizando as perdas na linha produtiva, atrelando assim uma quantidade maior de produtos finais sendo manufaturados e, dessa maneira, deixando a companhia cada vez mais competitiva em relação a produtividade no seu âmbito de mercado.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. Competitividade Industrial. Ferramentas da Qualidade. *Lean Six Sigma*.

ABSTRACT

Faced with the current scenario, in which we live in a highly competitive industrial environment, the quality management and production fluidity assume a role of extremely importance, as these quality models are able to help the company achieve the expected results. Taking this issue into consideration, the present work conceptualizes Lean Manufacturing and its qualitative tools so that this competitiveness in the cosmetic industry can be explored. The case study in question takes into account the downtime of a production line in the shampoo and conditioner filling cell raising indicators from the Ishikawa Diagram, 5W2H, Pareto and other tools, so the points that could be attacked in order to reduce unwanted production stops from the perspective of lean production. The Project planning is based on concise data across the stops in its causes and effects. Once the problem was defined, the solution guidelines were based on different management tool in order to improve the production and, consequently, mitigating losses in the production line, thus linking a greater amount of final products being manufactured and, in this way, leaving the company increasingly competitive in its market.

Keywords: Lean Manufacturing. Industrial Competitiveness. Qualitative Tools. Lean Six Sigma.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Os 10 maiores mercados consumidores mundiais do segmento de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos.	13
Figura 2.2 – Comparativo entre PIB, indústria geral e índices de produtos do segmento de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos	13
Figura 2.3 – Produção, ocupação, impostos e salários gerados com a alocação de 1 milhão de reais.	14
Figura 2.4 – Representação gráfica do ciclo DMAIC.	17
Figura 2.5 – 5S aplicado em ambiente de fábrica.	20
Figura 2.6 – O ciclo PDCA.	21
Figura 2.7 – O Diagrama de Ishikawa.	21
Figura 2.8 – Diagrama de Ishikawa com as 6 possíveis causas, segundo Picchia.	22
Figura 2.9 – Simbologia para utilização em fluxograma.	23
Figura 2.10 – Fluxograma do processo produtivo de estofados.	24
Figura 2.11 – Exemplo de aplicação do Gráfico de Pareto para identificação de um problema de parada de máquina de uma indústria do setor alimentício.	26
Figura 2.12 – Aplicação do método dos 5 Porquês na indústria cosmética.	27
Figura 2.13 – Aplicação do método dos 5 Porquês na indústria cosmética.	27
Figura 2.14 – Efeitos dos custos na periodicidade de manutenção preventiva	34
Figura 2.15 – Definição da periodicidade da manutenção preventiva em função da vida útil do equipamento.	35
Figura 3.1 – Envase de frascos com produto similar ao da empresa estudada.	39
Figura 3.2 – Fluxograma simplificado do processo de envase de frasco.	40
Figura 3.3 – Modelo de vendas	44
Figura 4.1 – Equipamento utilizado para envase de <i>shampoos</i> e condicionadores na empresa.	47
Figura 4.2 – Módulo interior do equipamento de envase Ronchi Exacta.	48
Figura 4.3 – Resultado do Indicador de Disponibilidade de Linha no período entre agosto/2021 e abril/22.	49
Figura 4.4 – Impacto de paradas não planejadas de linha no IDL - Setembro de 2021 . . .	50
Figura 4.5 – Impacto de paradas não planejadas de linha no IDL - Outubro de 2021 . . .	51
Figura 4.6 – Impacto de paradas não planejadas de linha no IDL - Dezembro de 2021 . . .	51

Figura 4.7 – Impacto de paradas não planejadas de linha no IDL - Março de 2022	52
Figura 4.8 – Diagrama de Espinha de Peixe para o processo de envase.	53
Figura 4.9 – Diagrama de Pareto das causas identificadas a partir do Diagrama de Espinha de Peixe.	54
Figura 4.10 – Fluxograma esquemático da máquina de envase.	55
Figura 4.11 – Detalhamento dos passos enumerados na Figura 4.10.	56
Figura 4.12 – Vista frontal em corte do bico de envase da envasadeira da ASG Group . . .	57
Figura 4.13 – Vista frontal em corte da tampadeira da máquina de envase da ASG Group. Para a máquina em questão, são 9 bocais de tampagem.	58
Figura 4.14 – Vista frontal em corte de um dos bocais da tampadeira da máquina de envase da ASG Group.	59
Figura 4.15 – Frequência dos modos de falhas relacionados somente à máquina de envase no período de agosto de 2021 até abril de 2022	59
Figura 4.16 – Horas de manutenção corretiva mensal não planejadas para o período de agosto de 2021 até abril de 2022	61
Figura 4.17 – Plano de manutenção preventivo sugerido para os bicos de envase da envasadeira ASG	64
Figura 4.18 – Plano de manutenção preventivo sugerido para os bocais de tampagem da envasadeira ASG	65
Figura 4.19 – <i>Checklist</i> referente aos elementos de transmissão dos bicos de envase e bocais de tampagem	67
Figura 4.20 – <i>Checklist</i> referente aos elementos de fixação dos bicos de envase	68
Figura 4.21 – <i>Checklist</i> referente aos elementos de fixação dos bocais de tampagem . . .	69
Figura 4.22 – Planilha de controle de ordens de serviço de manutenção similar a da empresa estudada	71
Figura 4.23 – Indicador MTBF relativo à envasadeira do período de agosto de 2021 até abril de 2022	72
Figura 4.24 – Indicador MTTR relativo à envasadeira do período de agosto de 2021 até abril de 2022	72
Figura 4.25 – Indicador Disponibilidade relativo à envasadeira do período de agosto de 2021 até abril de 2022	73

Figura 4.26 – <i>Dashboard</i> para acompanhamento dos indicadores econômicos - Linha 1 -	
Mai.22.	77
Figura 4.27 – <i>Dashboard</i> para acompanhamento dos indicadores econômicos - Linha 2 -	
Mai.22.	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Exemplo de aplicação de 5W2H.	28
Quadro 2.2 – Fatores relevantes ao analisar-se a Matriz GUT.	30
Quadro 4.1 – O setor de envase se identificou como a área prioritária para solução de problemas a partir da matriz GUT gerada.	46
Quadro 4.2 – Dados relativos aos Índice de Disponibilidades de Linhas (IDL), paradas e impacto dos modos de falhas da máquina de envase nos meses de resultados abaixo da meta.	52
Quadro 4.3 – Perguntas elaboradas partindo dos modos de falhas até identificação da causa raiz.	60
Quadro 4.4 – Plano de Ação - 5W2H	62
Quadro 4.5 – Lista de ferramentas essenciais para o setor de manutenção	63
Quadro 4.6 – Preço da Fábrica por Unidades - Shampoos e Condicionadores	74
Quadro 4.7 – Relação entre as Performances e Metas da linha produtiva.	74
Quadro 4.8 – Preço médio de Shampoos e Condicionadores por Linha de Produto.	75
Quadro 4.9 – Tabela com dados econômicos da companhia em questão.	76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos	10
1.1.1	Objetivo Geral	10
1.1.2	Objetivos Específicos	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	Representatividade da Indústria de Cosmético no Mercado Brasileiro	12
2.2	Lean Manufacturing	15
2.3	Lean Six Sigma	16
2.3.1	Metodologia 5S	18
2.3.2	Ciclo PDCA	20
2.3.3	Diagrama de Ishikawa	21
2.3.4	Fluxograma	23
2.3.5	Indicadores de Desempenho	24
2.3.6	Diagrama de Pareto	25
2.3.7	5 Porquês	26
2.3.8	5W2H	27
2.3.9	Matriz GUT	29
2.4	Estimativa Econômica de Perdas	30
2.5	Manutenção Industrial	32
2.5.1	Manutenção Corretiva	32
2.5.2	Manutenção Preventiva	33
2.5.3	Manutenção Preditiva	35
2.5.4	Indicadores de Manutenção	36
2.5.4.1	MTTR - Tempo Médio para Reparo	37
2.5.4.2	MTBF - Tempo Médio entre Falhas	37
2.5.4.3	Disponibilidade	37
3	MATERIAIS E MÉTODOS	39
3.1	Implementação da Fase de Definição	41
3.2	Implementação da Fase de Medição	41
3.3	Implementação da Fase de Análise	41
3.4	Implementação da Fase de Melhoria	42

3.5	Implementação da Fase de Controle	42
3.6	Estimativa econômica de perdas	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
4.1	Fase de Definição	46
4.2	Fase de Medição	49
4.3	Fase de Análise	54
4.3.1	Análise relacionada à Máquina	54
4.3.2	Análise relacionada ao Método	61
4.4	Fase de Melhoria	62
4.4.1	Planos de Manutenção	63
4.5	Fase de Controle	70
4.5.1	Banco de Dados	70
4.5.2	Indicadores de Desempenho de Manutenção	71
4.5.3	Estimativa Econômica	73
5	CONCLUSÕES	79
	REFERÊNCIAS	80

1 INTRODUÇÃO

Desde as primeiras revoluções industriais, ideias, metodologias e filosofias já eram buscadas e implementadas em diversas indústrias dos mais diversos setores a fim de buscar a máxima performance com o mínimo de desperdício, de acordo, claro, com suas limitações. O setor que deteve o maior destaque na busca pela otimização da produtividade foi o automotivo.

Os primeiros passos adotados para isso consistiram pela busca de meios para utilizar o máximo possível das máquinas, com qualidade e evitando paradas inesperadas. Alinhando também com a forma de produção em massa, isto é, particionar cada parte de uma linha de produção para que seja possível otimizar a confecção de um determinado item, como foi implementado por Henry Ford. Por outro lado, há também outro modelo que foca na produção sob demanda, essa forma de trabalho visa a produção adequada, com qualidade, sem desperdícios e estoques sem vendas, que foi implantado pela Toyota. Essas metodologias causaram impactos positivos em relação a produtividade na indústria automobilística, para tanto, se estendeu a diversas outras, como a indústria cosmética.

Além dessas formas citadas que foram implementadas há anos, houve também o desenvolvimento de ferramentas que pudessem favorecer para a amplificação da eficiência produtiva. Atualmente, tendo em vista a grande exigência da confiabilidade produtiva, com a competência do mercado global e com tecnologia e automação de maquinários e equipamentos, essa busca se torna cada vez mais presente no cenário industrial.

Visando atender todos critérios de produção, redução de custos operacionais, de manutenção, de retrabalho e sempre prezando por qualidade e mínimo desperdício, desenvolve-se a metodologia *Lean Six Sigma* que tem como objetivo todos os requisitos citados anteriormente, envolvendo desde o chão de fábrica, até as grandes lideranças de uma organização.

Para o trabalho em suma, a problemática se passa em uma indústria cosméticos localizada no estado de São Paulo e imaginando-se que em um cenário ideal, uma linha de produção opera durante 100% de sua disponibilidade de tempo. Entretanto, na prática, não é o que ocorre. Paradas planejadas são intrínsecas aos processos produtivos, podendo envolver, por exemplo, tempos programados para manutenção dos equipamentos ou troca de turno dos operadores. Esse tipo pode ser previsto e a capacidade de produção da linha calculada.

O impacto ocorre em paradas não planejadas, devido a uma quebra mecânica, por exemplo. A indisponibilidade de uma linha de produção pode gerar perdas significativas ao negócio, podendo citar algumas delas como: o custo da queda na produção, que resulta em menos pro-

duto expedido, custo do acúmulo do inventário quando a parada ocorre em um recurso que sucede outros, custo da ociosidade dos operadores e da desmotivação da equipe e custo de perder um cliente que nem sempre será compreensível quando um pedido não for entregue no prazo.

Para que a indústria tenha uma atitude pró-ativa em relação as paradas, é preciso considerar todas as suas causas de modo a torná-las previsíveis, e não emergenciais. Se a parada é prevista, a capacidade total da indústria já é estabelecida descontando o seu respectivo tempo. Ter um sistema de controle da produção que forneça as informações de paradas com base nos históricos da indústria possibilita que os gestores tomem as medidas necessárias para sua redução e passem a considerar as “paradas obrigatórias” na sua capacidade.

O desempenho do processo está atrelado a uma análise profunda de seus produtos, serviços e a satisfação do cliente. Visando atender a melhoria contínua dos processos produtivos, o presente estudo buscará respaldo nas ferramentas *Lean Manufacturing* e metodologia *Six Sigma* em uma tentativa de identificar desperdícios e suas fontes, buscar soluções para eliminá-los e aumentar a eficiência do processo produtivo de envase em uma indústria do setor cosmético, fazendo assim com que o processo de produção se assemelhe ao processo ideal.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Aplicar ferramentas específicas que consigam identificar perdas e/ou desperdícios ao longo de um processo produtivo de envase de *shampoos* e condicionadores, bem como suas causas. As oportunidades de melhorias serão analisadas e identificadas para, em seguida, propor soluções.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Delimitar uma etapa da linha de produção que apresente perdas produtivas;
- Propor a utilização de ferramentas de *Lean Manufacturing* como forma de identificação e eliminação de perdas;
- Implementar etapas para aplicação dessas ferramentas;

- Realizar o levantamento de causas que ocasionem paradas não planejadas na linha produtiva;
- Realizar estudo teórico de projeções econômicas para análise futura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Representatividade da Indústria de Cosmético no Mercado Brasileiro

No Brasil, o hábito de utilizar cosméticos começou com a vinda da família Real Portuguesa em 1808. A época, o costume foi copiado dos franceses, inclusive o uso de perfumes para disfarçar o mau cheiro. Em 1870 foi fundada uma casa de perfumaria que tinha como carro chefe talcos, perfumes e produtos medicinais. Mais tarde, ela seria símbolo do Império, já que seu brasão estaria inscrito nos rótulos dos produtos. Essa era a casa que fornecia a D. Pedro II seus produtos de higiene. Já em 1930, os irmãos Lever instalam a primeira fábrica de sabões e sabonetes no Brasil, em São Paulo (CRQ, 2011).

A utilização em grande escala, porém, se deu a partir do final da Segunda Guerra Mundial. Havia o melhor entendimento da importância do asseio e limpeza corporal, assim, a produção e o consumo foram intensificados. As empresas passaram a investir em propaganda com a difusão do rádio e da televisão e o sistema de água encanada finalmente chega às casas brasileiras, aumentando significativamente o consumo de produtos de higiene (CRQ, 2011).

Segundo a definição da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) Nº 07, de 10 de fevereiro de 2015, os "[...] Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes são preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e/ou corrigir odores corporais e/ou protegê-los ou mantê-los em bom estado"(ANVISA, 2015).

A ABIHPEC (Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos), em sua publicação sobre o panorama do setor, divulgado em janeiro de 2022, informa que o Brasil é o quarto maior consumidor mundial do segmento (FIGURA 2.1), com 4,9% de representatividade da receita mundial, permitindo que o segmento seja um dos maiores responsáveis pela geração de oportunidades de trabalho no país, dividindo-se em Indústria, Franquia, Consultoria de Venda Direta e Salão de Beleza.

Figura 2.1 – Os 10 maiores mercados consumidores mundiais do segmento de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos.



Fonte: ABIHPEC (2022).

A Figura 2.2 compara a evolução do Produto Interno Bruto (PIB) com o da indústria em geral e com os índices da indústria de produtos de HPPC (Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos), demonstrando que o setor apresentou até 2014 crescimento mais vigoroso que o restante da Indústria. Nos anos de 2017 e 2018 o setor apresentou crescimento acima do PIB, mas insuficiente para recuperar as perdas do biênio 2015-2016. Em 2019, experimentou ligeira retração de 1,3%. Em 2020, apesar da pandemia, a essencialidade dos produtos do Setor no combate à COVID 19 se consolidou, resultando em um crescimento real de 2,2% (ABIHPEC, 2022).

Figura 2.2 – Comparativo entre PIB, indústria geral e índices de produtos do segmento de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos

ANO	VARIÇÃO ANUAL (%)		
	PIB	INDÚSTRIA GERAL	SETOR DEFLACIONADO
2011	2,7	0,4	4,7
2012	0,9	-2,5	10,5
2013	2,3	1,2	3,6
2014	0,1	-1,2	6,4
2015	-3,8	-8,3	-8,4
2016	-3,6	-6,6	-5,1
2017	1,0	0,2	4,0
2018	1,1	0,4	1,7
2019	1,1	0,5	-1,3
2020	-4,1	-4,5	2,2
CAGR - 10 anos	-0,3	-2,1	1,7

Fonte: ABIHPEC (2022).

Trata-se de um setor de alta capacidade de geração de renda no cenário brasileiro, possuindo multiplicadores de produção e PIB, que, de acordo com a ABIHPEC (2022), maiores que o da agropecuária e indústria em geral, ocupando posição de destaque no referente à rentabilidade. A Figura 2.3 traz comparações a respeito do setor de Higiene Pessoal e Cosméticos com outros setores importantes no cenário brasileiro.

Figura 2.3 – Produção, ocupação, impostos e salários gerados com a alocação de 1 milhão de reais.



Fonte: ABIHPEC (2022).

Ainda neste cenário, o conceito de desenvolvimento sustentável relacionado com a indústria de cosméticos deve considerar o uso eficiente dos recursos para alcançar lucros operacionais e maximizar o valor de mercado, por meio de substituição de recursos naturais por produtos mais eficientes, respeitando o bem estar social e sem degradar a capacidade de recuperação dos ecossistemas (OLAWUMI; CHAN, 2018).

Dentre os desafios para a sustentabilidade do setor industrial, encontram-se: desperdício nos processos e excesso de produção de resíduos, excesso de confiança nos recursos, alto uso de energia, emissões de carbono, projetos mal desenvolvidos e baixa produtividade (AHUJA *et al.*, 2017). Além disso, processos administrativos ineficientes, apesar de raramente serem vistos como um fator de significância para a produtividade, podem influenciar diretamente na produção e normalmente são a primeira causa de atrasos durante a produção (BELAYUTHAM

et al., 2016). Nesse contexto, a filosofia de *Lean Manufacturing*, cuja tradução é Produção Enxuta, traz conceitos referente a eliminação de desperdícios, melhoria contínua dos processos produtivos e otimização da produção.

2.2 Lean Manufacturing

O conceito de *Lean* foi introduzido primeiramente por Womack *et al.* (1990), com o intuito de descrever a filosofia e práticas de trabalho dos fabricantes de automóveis Japoneses, mais concretamente o sistema da Toyota, denominado por *Toyota Production System* (TPS). Esta filosofia está orientada para uma melhoria contínua dos processos e para a focalização de meios e métodos necessários para promover essas melhorias. Com isto, pode-se dizer que esta filosofia tem como principal objetivo a eliminação de desperdícios e união de etapas que realmente acrescentam valor ao produto.

Com o constante aumento da concorrência e o novo perfil do consumidor (mais exigente), o preço dos produtos passou a ser determinado pelo mercado, o que tornou a redução dos custos de produção a única forma de manter ou aumentar o lucro (OHNO, 1997). Para minimizar custos é necessário eliminar as perdas do sistema produtivo.

De acordo com Ohno (1997) os desperdícios são todas as atividades que utilizam recursos, mas que não contribuem para aumentar o valor do produto vendido ao cliente. Os desperdícios existem em qualquer tipo de organização, e apesar de não acrescentar valor ao produto, podem fazer com que o cliente pague mais pelo produto. Podem ser divididos em sete grupos, que, segundo Slack *et al.* (2009), são:

1. Superprodução: Produzir mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo na produção é a maior das fontes de desperdício, de acordo com a Toyota;
2. Tempo de espera: Eficiência de máquina e eficiência de mão-de-obra são duas medidas comuns, que são largamente utilizadas para avaliar os tempos de espera de máquinas e mão-de-obra, respectivamente. Menos óbvio é o montante de tempo de espera de materiais, disfarçado pelos operadores, ocupados em produzir estoque em processo, que não é necessário naquele momento;
3. Transporte: A movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou tripla movimentação do estoque em processo, não agrega valor. Mudanças no arranjo

físico que aproxima os estágios do processo, aprimoramento dos métodos de transporte e na organização do local de trabalho, podem reduzir desperdícios;

4. Processo: No próprio processo, pode haver fontes de desperdício. Algumas operações existem apenas em função do projeto ruim de componentes ou manutenção ruim, podendo, portanto, ser eliminadas;
5. Estoque: Todo o estoque deve tornar-se um alvo para eliminação. Entretanto, somente podem-se reduzir estoques pela eliminação de suas causas;
6. Movimentação: Um operador pode parecer ocupado, mas algumas vezes nenhum valor está sendo agregado pelo trabalho. A simplificação do trabalho é uma rica fonte de redução de desperdício de movimentação;
7. Produtos defeituosos: O desperdício de qualidade é normalmente bastante significativo em operações. Os custos totais da qualidade são muito maiores do que tradicionalmente têm sido considerados, sendo, portanto, mais importante atacar as causas de tais custos.

Além dos sete enumerados, foi identificado por Womack e Jones (1997) um oitavo desperdício. Esse está relacionado com a subutilização das pessoas, isto é, as empresas não aproveitam completamente os seus recursos humanos, perdendo ideias criativas e melhorias para aplicar no seu processo produtivo. Esse tipo de desperdício não é tão perceptível quanto os outros, mas afeta intimamente a produtividade e qualidade final da produção. A gestão por competências pode solucionar este problema, alocando os colaboradores de acordo com os objetivos da empresa, evitando que equipes sejam desmembradas.

2.3 Lean Six Sigma

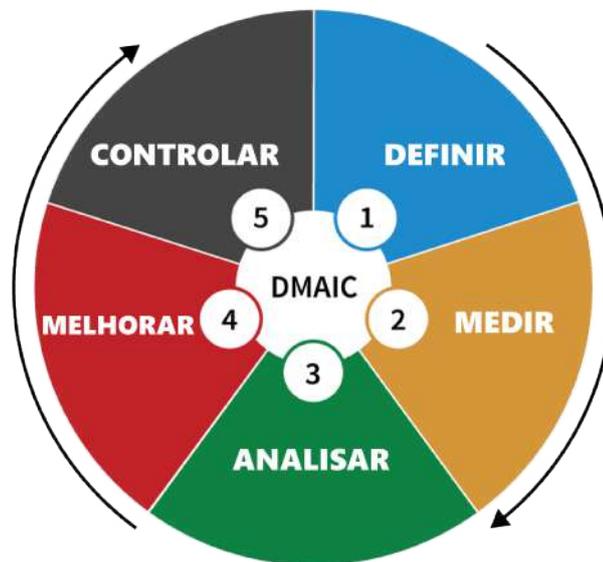
Para Cruz (2013), na última década, os princípios *Lean* têm-se tornado bastante populares e têm sido aplicados nos mais variados processos de produção, deixando portanto de ser apenas “exclusivo” da indústria automobilística e aeroespacial, passando a ser parte integrante das pequenas e médias empresas de manufatura e da indústria em geral. O pensamento *Lean* tem sido referência para as empresas, pois a sua filosofia está centrada no negócio, isto é, está direcionada para uma melhoria contínua, aumento da produtividade, maior qualidade, e uma gestão melhorada. Dado todo este entusiasmo junto desta metodologia, as universidades e as empresas

têm-se juntado para investigar a aplicação desta filosofia para além da área de produção, isto é, nos processos de suporte à produção, como, por exemplo, os processos administrativos.

A competitividade do século XXI exige das organizações produtividade, redução dos custos e qualidade. Por esse principal motivo as empresas têm se aprimorado nas áreas referentes a qualidade visando seus processos e operações. Há várias metodologias a serem utilizadas, mas uma se destaca por sua funcionalidade, complementaridade e eficácia (VENANZI; LAPORTA, 2015).

Essa metodologia chama-se *Lean Six Sigma*, e segundo Stan e Marascu (2012), melhora a qualidade e eficiência dos processos com base em um projeto intenso de abordagem quantitativa, fixação de metas claras e excelência em operações a longo prazo. Essa metodologia, para Venzanzi e Laporta (2015) é a fusão de duas outras distintas o *Lean Manufacturing* e o *Six Sigma*, e possui sua estrutura fundada em 5 fases, sendo conhecida como ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), conforme representado na Figura 2.4.

Figura 2.4 – Representação gráfica do ciclo DMAIC.



Fonte: Adaptado de Fraga (2020).

O uso das etapas do ciclo DMAIC corresponde à base de um projeto *Lean Six Sigma*, e são descritas por Montgomery (2010) como:

- Definição: Etapa onde ocorre a confirmação da oportunidade de melhoria, definição das fronteiras e os objetivos do projeto;
- Medição: Obtenção dos dados para estabelecer o "estado atual", o que está acontecendo no local de trabalho, com o processo e como é o seu funcionamento atual.

- **Análise:** Interpretação dos dados para estabelecer a relação entre causa e efeito;
- **Melhoria:** Etapa onde ocorre o desenvolvimento das soluções para os problemas e confirmação das causas
- **Controle:** Implementação de procedimentos para assegurar as melhorias e sustentar os ganhos;

Para aplicação da ferramenta DMAIC, tomar decisões com maior precisão e gerenciar processos, se faz necessário trabalhar com fatos e dados, ou seja, informações geradas no processo buscando e interpretando corretamente as informações disponíveis como forma de eliminar o empirismo. (MARIANI, 2005)

Para tanto, existem técnicas importantes e eficazes, denominadas de ferramentas da qualidade, que, juntamente com ferramentas estatísticas, são capazes de propiciar a coleta, o processamento e a disposição clara das informações disponíveis, ou dados relacionados aos processos gerenciados dentro das organizações. (MARIANI, 2005)

Colocam-se a partir deste momento as ferramentas da qualidade e estatísticas utilizadas no estudo de caso a ser apresentado para contribuir com as informações necessárias para se alcançar os objetivos pré-estabelecidos para o projeto.

2.3.1 Metodologia 5S

A sigla 5S é derivada das 5 palavras japonesas: Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu e Shitsuke. Segundo Cruz (2013), cada palavra descreve uma etapa que visa aperfeiçoar aspectos de organização, limpeza e padronização nas empresas, sendo elas:

1. **Seiri (Separar):** Inicialmente é preciso definir qual o material é necessário para a realização das operações referentes ao posto de trabalho, por sua vez o material que é considerado desnecessário deve ser descartado do posto de trabalho.
2. **Seiton (Arrumar):** Após a eliminação do material desnecessário, deve-se proceder à organização dos materiais que são efetivamente necessários. A organização dos materiais consiste na identificação de cada um desses materiais, e a alocação a um lugar específico para tornar fácil a “procura” do material.

3. Seison (Limpar): O terceiro “S” resume-se à limpeza do local de trabalho. Esta operação ajuda a manter o local de trabalho limpo e agradável para os operadores. Para ocorrer esta limpeza é necessário munir o posto de trabalho com material de limpeza necessário.
4. Seiketsu (Normalizar): Nesta etapa, pretende-se normalizar os procedimentos de limpeza, e definir normas para se manter todas as alterações conseguidas até este ponto. Neste ponto deve-se aplicar as melhorias conseguidas a todos os postos de trabalho de modo a uniformizar toda a organização.
5. Shitsuke (Manutenção): Por último, nesta fase pretende-se garantir que os quatro “S” anteriores estão a ser cumpridos, para isso poderá recorrer-se a auditorias periódicas. Esta é uma das etapas mais difíceis de implementar dado que por norma as pessoas são resistentes à mudança, e neste caso precisam de fazer uma mudança da rotina.

Para Cunha (2012), a metodologia 5S traz benefícios, dos quais convém salientar os seguintes:

- Contribui para que os colaboradores se sintam melhor nos seus postos de trabalho;
- Facilita e melhora a manutenção dos equipamentos;
- Melhora a produtividade;
- Aumenta a segurança e condições de saúde;
- Possibilita a obtenção de mais espaço no local de trabalho;
- É simples de implementar;
- O seu custo é baixo, pois, o seu principal investimento é o conjunto de ações necessárias à divulgação do projeto, de modo a criar a sensibilização;
- Obtenção de resultados de curto prazo;
- Preparação da organização para conseguir iniciar projetos novos, mais complexos (a organização irá encontrar-se sempre agradável para a visita de clientes, ajudando, assim, a promover novos negócios).

A metodologia consegue envolver comportamentos de auto-organização como “se abri, fecho”; “se acendi, apago”; “se ligo, desligo”; “se desarrumo, arrumo”; “se sujo, limpo”; “se peço emprestado, devolvo”. O 5S é, sobretudo, um processo que deve envolver todos os agentes produtivos, que deve mudar hábitos e atitudes terminando com a resistência, favorecendo a mudança e a melhoria contínua (CUNHA, 2012). A Figura 2.5 exemplifica visualmente o resultado de aplicação da metodologia.

Figura 2.5 – 5S aplicado em ambiente de fábrica.



Fonte: Creative Safety Supply (2015)

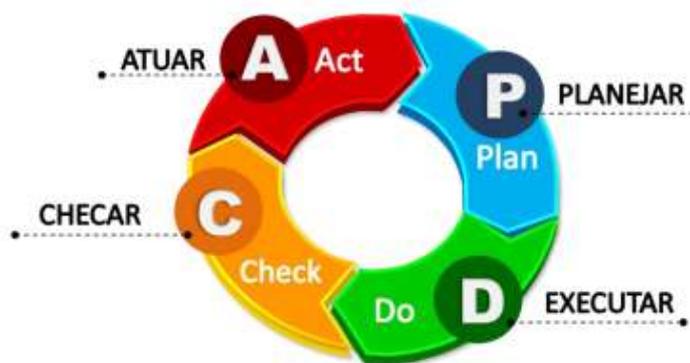
2.3.2 Ciclo PDCA

O conceito de melhoramento contínuo implica literalmente processo sem fim, questionando repetidamente e requestionando os trabalhos detalhados de uma operação. A natureza repetida e cíclica do melhoramento contínuo é melhor resumida pelo que é chamado ciclo PDCA. O PDCA é a sequência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhorar atividades (SLACK *et al.*, 2009).

O ciclo, representado na Figura 2.6, começa com o estágio P (de planejar), que envolve o exame do atual método ou da área-problema estudada. Isso envolve coletar e analisar dados de modo a formular um plano de ação que, se pretende, melhore o desempenho. Uma vez que o plano de melhoramento tenha sido concordado, o próximo estágio é o estágio D (do verbo do, fazer). Esse é o estágio de implementação durante o qual o plano é tentado na operação. Esse estágio pode envolver um miniciclo PDCA para resolver os problemas de implementação. A seguir, vem o estágio C (de checar), no qual a solução nova implementada é avaliada, para ver se resultou no melhoramento de desempenho esperado. Finalmente, vem o estágio A (de agir). Durante esse estágio, caso bem sucedida, a mudança é consolidada ou padronizada.

Como alternativa, se a mudança não foi bem sucedida, as lições aprendidas da “tentativa” são formalizadas antes que o ciclo comece novamente. (SLACK *et al.*, 2009)

Figura 2.6 – O ciclo PDCA.

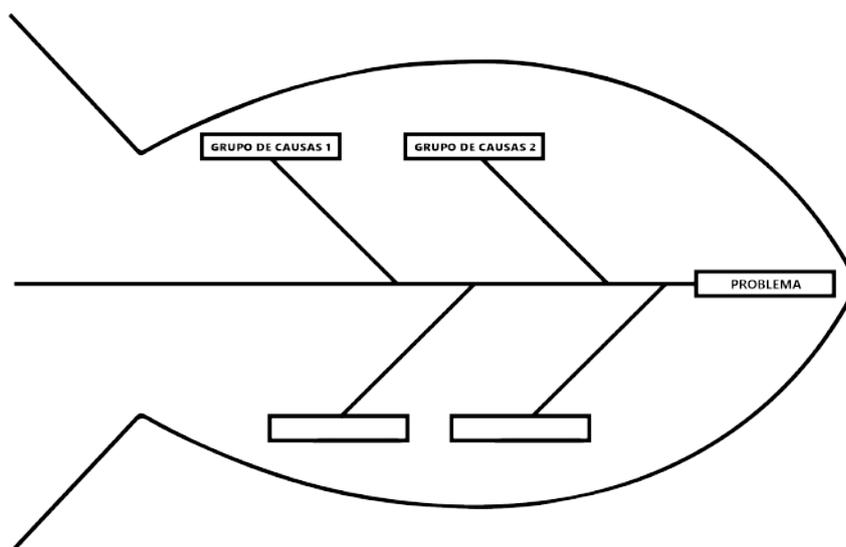


Fonte: Alves (2015).

2.3.3 Diagrama de Ishikawa

Diagrama de Causa e Efeito (FIGURA 2.7), também chamado Diagrama Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa, é um diagrama que visa analisar a relação entre o efeito e todas as causas de um problema. Cada efeito possui várias categorias de causas, as quais, por sua vez, podem se compostas por outra causa (RODRIGUES, 2014).

Figura 2.7 – O Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2014).

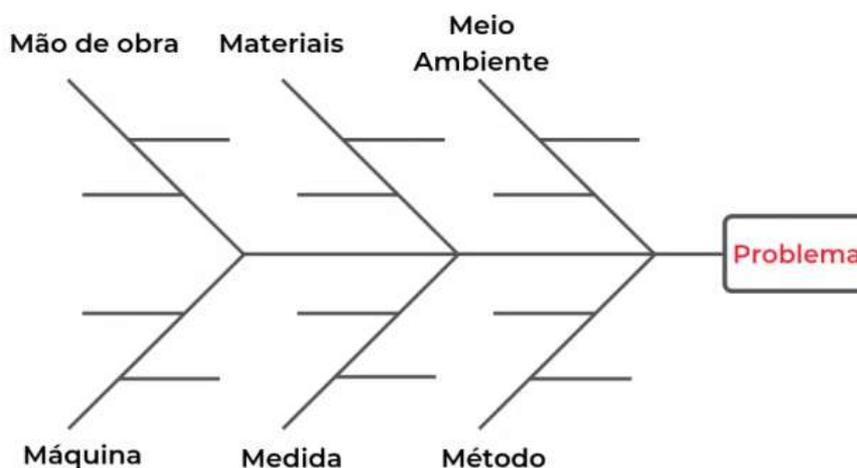
O diagrama permite estruturar, hierarquicamente, as causas de determinado problema e foi projetado para ilustrar claramente as várias ocasiões que afetam um processo, por classificação e relação. Permite, também, estruturar qualquer sistema que necessite de resposta de forma

gráfica e sintética, para uma melhor visualização e a conseqüente compreensão do conteúdo. Em outras palavras, ele possibilita uma visão detalhada e holística sobre o assunto estudado (SABINO et. al., 2011).

Sua estrutura é composta de: cabeça, que corresponde ao problema a ser estudado; escamas, que correspondem aos fatores que influenciam no problema, incluindo as subcausas, conseqüências e as providências a serem tomadas para a resolução (SABINO *et al.*, 2011).

Segundo Picchia *et al.* (2015), é uma ferramenta que apresenta uma estrutura lógica e as causas são agrupadas em 6 categorias: matéria-prima, material, mão de obra, método, máquina e meio-ambiente. A Figura 2.8 ilustra a construção do diagrama.

Figura 2.8 – Diagrama de Ishikawa com as 6 possíveis caus, segundo Picchia.



Fonte: Picchia (2015)

Além disso, o diagrama de Ishikawa apresenta algumas vantagens expositórias, como a identificação e elaboração das causas e grupos, isto é, com um time de pessoas que tenham relação com o problema que está acontecendo, captando as ideias diante de uma reunião de time, facilitando dessa maneira a busca por soluções (LINS, 1993).

Algumas outras vantagens discorrem acerca da busca objetiva da solução do problema, para que desperdício de esforços que não estejam diretamente relacionados ao problema sejam evitados. Outro ponto é que possibilita a uma melhor visualização da necessidades dos dados para compor o diágrama, de forma que também poderá ser utilizado em outras ferramentas da qualidade. Por fim, outra vantagem é que seu uso é bastante genérico, podendo ser aplicado em diversas naturezas de problemas (LINS, 1993).

Com isso, foi possível identificar as principais causas e o que elas geram em cada problema pontual, possibilitando a identificação da ausência de falta de treinamento para os opera-

dores, número de operador insuficiente, falta de de qualificação e a falta de não manutenção na máquina.

2.3.4 Fluxograma

O Fluxograma é uma ferramenta da qualidade que permite a análise de cada etapa de um processo recorrente. Por sua vez, pode ser utilizado de diferentes maneiras, através de gráfico de procedimentos, gráfico de processos, fluxo de pessoas, fluxo de papéis e documentos, entre outros (VERGUEIRO, 2002).

Sua elaboração é simples e pode ser feita com diferentes formatos, modelos, utilizando símbolos explicativos, diagrama em bloco, esqueleto, na qual dependerá de sua aplicação e o objetivo do profissional que irá elaborá-lo. A grande vantagem do uso do fluxograma é a identificação clara e objetiva da execução de um processo, isto é, permite a visualização do método, além disso, caso seja elaborado por um time de pessoas ou times diferentes, é possível identificar variações no processo, que podem afetá-lo ou não (VERGEURI, 2002) e (LINS, 1993).

Como citado, há diversas variações de fluxograma. Alguns símbolos comumente usados estão indicados na Figura 2.9.

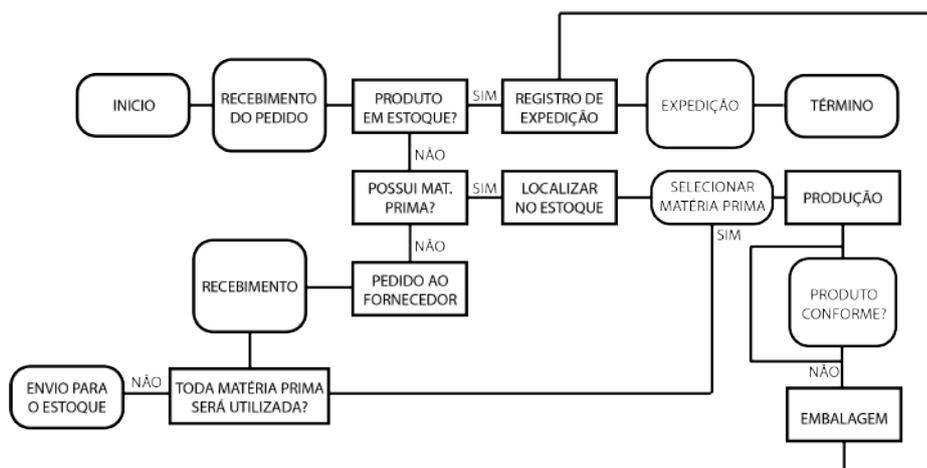
Figura 2.9 – Simbologia para utilização em fluxograma.

	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica uma espera
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior

Fonte: Slack *et al.* (2002).

A fim de exemplificar esta ferramenta, a Figura 2.10 apresenta um fluxograma que foi elaborado para explicitar o processo de produção de estofados, representando cada etapa deste processo de produção.

Figura 2.10 – Fluxograma do processo produtivo de estofados.



Fonte: Adaptado de Silva (2021).

2.3.5 Indicadores de Desempenho

A análise e a mensuração de desempenho podem ser definidas como o processo de se quantificar uma ação, no qual mensuração é o processo de quantificação e a ação é aquilo que provoca o desempenho, afirma Neely (1995). Para Deponti et al. (2002) a partir do uso de indicadores é possível mensurar as mudanças nas características de um processo.

Dessa forma, torna-se necessário que uma organização conheça seus processos e meça o seu desempenho, para que dessa maneira possa identificar possíveis pontos de melhorias. Neste contexto os indicadores tornam-se uma importante ferramenta na medida em que quantificam as informações acerca do processo facilitando a compreensão e sustentando a tomada de decisão.

Segundo Oliveira (2004), os indicadores de desempenhos podem ser classificados como:

- Indicadores Estratégicos: informam a situação da empresa quanto à execução da sua estratégia;
- Indicadores de Produtividade (Eficiência): tratam da utilização dos recursos para a geração de produtos, representam a situação do processo;
- Indicadores de Qualidade (Eficácia): tratam das saídas dos processos, como este atende as exigências de seus clientes, indicando sua satisfação em relação ao produto/serviço;
- Indicadores de Efetividade (Impacto): apresentam o resultado inerente a ação estratégica voltada para a situação problema;

2.3.6 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto consiste em uma ferramenta de qualidade que parte do princípio de identificação de fatores que são cruciais na análise de defeitos e as causas que o mesmo traz, quando estamos na esfera produtiva (GERMANOVA-KRASTEVA; DIMCHEVA, 2020).

O princípio de Pareto afirma que aproximadamente 80% dos efeitos são advindos de 20% das causas. Sendo nomeado pelo economista italiano Vilfredo Pareto, por isso o nome do método e introduzido pelo guru da administração Joseph M. Juran, que por meio deste princípio provou que muitos fenômenos naturais estão subordinados a essa proporção 80/20 (GERMANOVA-KRASTEVA; DIMCHEVA, 2020).

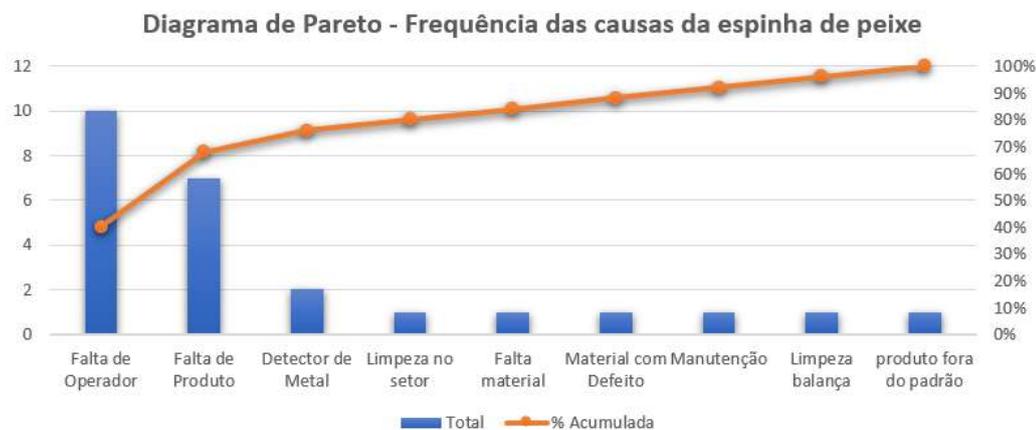
O método em questão de maneira visual consiste em uma curva cumulativa que é capaz de fornecer uma relação entre a frequência acumulada e os fatores individuais, que podem ser classificados a partir da sua ocorrência ou influência (GERMANOVA-KRASTEVA; DIMCHEVA, 2020).

A principal função do gráfico de Pareto é visualizar e identificar as causas da maior parte dos problemas. Em suma, o Pareto aponta que cerca de 80% dos problemas são causados por 20% dos fatores. Ainda segundo Vieira (2014), sua elaboração discorre dos seguintes passos.

- (a) Seleção dos problemas a serem comparados e ordenamento de prioridades para análise;
- (b) Seleção de um padrão de comparação;
- (c) Mapeamento dos dados necessários para cada categoria;
- (d) Comparação da frequência ou custo de cada categoria com relação a todas as outras;
- (e) Listagem das categorias da esquerda para a direita no eixo horizontal, em ordem decrescente;
- (f) Marcação da variável na classificação escolhida.

Abaixo (FIGURA 2.11), há um exemplo da aplicação desta ferramenta na busca pela identificação do muito de parada de uma máquina. Com a elaboração do Gráfico de Pareto foi possível mapear os principais motivos que ocasionam a parada inesperada, sendo os principais deles, a falta de operador e a falta de produto, conforme mostra o gráfico. Juntos, foram responsáveis por 68% da causa do problema.

Figura 2.11 – Exemplo de aplicação do Gráfico de Pareto para identificação de um problema de parada de máquina de uma indústria do setor alimentício.



Fonte: Oliveira (2019).

2.3.7 5 Porquês

O método dos 5 porquês é uma ferramenta de análise que possibilita encontrar a causa raiz de um defeito ou problema, a fim de identificar a causa fundamental do problema, sempre questionando o porquê da causa anterior e, com isso, determinando ações para solucionar o problema existente (NASCIMENTO, 2011).

Slack (*et al.*, 2002) ressalta que o método dos 5 Porquês apresenta de forma bastante objetiva e clara as relações entre as possíveis causas imediatas com as causas iniciais, tendo em vista as respostas das perguntas feitas. Além disso, sua aplicação não tem restrições e pode ser usada nos mais diversos problemas.

Abaixo, apresentam-se problemas que estão ocorrendo em uma linha de produção da indústria do setor cosmético, o objetivo em questão da aplicação dos 5 porquês é identificar cada causa para que seja possível de solução e, então, solucioná-los. Alguns desses problemas decorrem sobre erro de planejamento de lançamentos de produtos, problemas com máquinas muito grandes para fabricar pequenos itens, entre outros.

A Figura 2.12 ilustra a primeira etapa da aplicação do método e, em continuação a isso, a Figura 2.13.

Figura 2.12 – Aplicação do método dos 5 Porquês na indústria cosmética.

Causa 1		
Por Que?	Motivo	O Que Fazer
Falta de transferência tecnológica do Desenvolvimento para a Produção	Falta de uma máquina para simular a fabricação em pequena quantidade	Comprar uma máquina de menor escala para a fabricação de lotes pilotos em pequenas quantidades, porém que simulem o que ocorre na produção.
Falta de uma máquina para simular a fabricação em pequena quantidade	as máquinas atuais da produção possuem a capacidade muito grande para realizarmos testes em pequenas escalas.	
as máquinas atuais da produção possuem a capacidade muito grande para realizarmos testes em pequenas escalas.		
Causa 2		
Por Que?	Motivo	O Que Fazer
Falta de um estudo de estabilidade mais aprofundado e com maior tempo de análise.	falta de definição das embalagens a serem utilizadas nos produtos antecipadamente.	Montagem de um estudo de estabilidade que leve em consideração variáveis importantes, fabricação em máquinas similares a produção, envase nas máquinas da produção e nas embalagens a
falta de definição das embalagens a serem utilizadas nos produtos antecipadamente.		
Causa 3		
Por Que?	Motivo	O Que Fazer
Falta de planejamento para lançamentos	não há definição de um calendário de lançamento	cobrar da área comercial um calendário de lançamentos validado para o ano de 2011
não há definição de um calendário de lançamento	Porque se muda o que se pretende lançar a todo momento de acordo com as tendências de mercado.	
Porque se muda o que se pretende lançar a todo momento de acordo com as tendências de mercado.		

Fonte: Gonçalves (2011).

Figura 2.13 – Aplicação do método dos 5 Porquês na indústria cosmética.

Causa 4		
Por Que?	Motivo	O Que Fazer
Falta de estudo dos efeitos na fabricação de itens em máquinas de maior capacidade	não havia a necessidade de fabricar grandes lotes de vidro a baixa demanda	realizar o desenvolvimento dos produtos pensando na fabricação de maiores quantidades com a utilização de bombas e etc.
não havia a necessidade de fabricar grandes lotes de vidro a baixa demanda		
Causa 5		
Por Que?	Motivo	O Que Fazer
Falta de um estudo de compatibilidade de insumos durante o desenvolvimento de novos produtos.		Realizar o estudo de compatibilidade de insumos durante o desenvolvimento dos produtos.

Fonte: Gonçalves (2011).

2.3.8 5W2H

A metodologia 5W2H por sua vez é outra importantíssima ferramenta para auxiliar na identificação de causas e propor soluções para elas. Além disso, esta metodologia é utilizada para planejar ações identificadas através do Diagrama de Ishikawa (KUME, 1993).

Em continuidade ao que foi dito, o 5W2H também deverá ser utilizado para direcionar decisões, identificar ações e as responsabilidades de cada execução de atividades, a fim de planejar diversas ações que serão desenvolvidas. De forma simplória, este método consiste em responder sete perguntas que irão orientar a tomada de decisões estratégicas para que seja possível alcançar melhorias no processo (DA COSTA, 2019).

Segundo Daychouw (2018), são:

- (a) *What?* (O que?) – detalhamento do que será feito;
- (b) *When?* (Quando?) – determinação do tempo que a atividade deverá ser executada;
- (c) *Why* (Por quê?) – determinação do motivo para qual a atividade precisará ser realizada ;
- (d) *Where?* (Onde?) – descrição do local da atividade;
- (e) *Who?* (Quem?) – responsável por executar a atividade;
- (f) *How?* (Como?) – como a atividade será executada;
- (g) *How Much?* (Quanto custa?) – por fim, a última pergunta refere-se a questão financeira, isto é, quanto a atividade custará;

Quadro 2.1 – Exemplo de aplicação de 5W2H.

MÉTODO DA FERRAMENTA 5W2H			
5W	<i>What?</i>	O que?	Que ação será executada?
	<i>Who?</i>	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	<i>Where?</i>	Onde?	Onde será executada a ação?
	<i>When?</i>	Quando?	Quando a ação será executada?
	<i>Why?</i>	Por quê?	Por que a ação será executada?
2H	<i>How?</i>	Como?	Como será executada a ação?
	<i>How much?</i>	Quanto custa?	Quanto custa para executar a ação?

Fonte: Carvalho (2018).

Além disso, Daychouw (2007) destaca que 5W2H poder ser aplicado em diversos setores, como: Planejamento da qualidade, a fim de identificar quais os padrões de qualidade que são relevantes para o projeto; no planejamento de aquisições, para mapear as necessidades do

projeto, quanto aos produtos e/ou serviços; planejamento de riscos, na identificação de quais riscos deverão ser considerados no projeto.

2.3.9 Matriz GUT

A matriz GUT é uma ferramenta muito utilizada pelas empresas para priorizar os problemas que devem ser atacados pela gestão, bem como para analisar a prioridade que certas atividades devem ser realizadas e desenvolvidas. Solução de problemas, estratégias, desenvolvimento de projetos, tomada de decisões, a matriz GUT é utilizada para todas essas questões, GUT é a sigla para resumir as palavras Gravidade, Urgência e Tendência (PESTANA, 2016).

Para montagem da Matriz GUT inicialmente é necessário listar organizadamente as dificuldades que envolvam as atividades realizadas no setor empresarial, posteriormente se faz necessário atribuir notas para cada problema citado, considerando três aspectos principais: Gravidade, Urgência e Tendência

Quanto aos aspectos principais, Pestana (2016) faz a seguinte classificação:

- **Gravidade:** Diz quanto o peso da dificuldade analisada caso ela venha a ocorrer. Analise diante certas características, tais: tarefas, pessoas, resultados, processos, organizações etc. estudando os resultados a médio e longo prazo, se antes não for solucionado;
- **Urgência:** A quantidade de tempo que se tem ou necessita para resolução da tarefa. Se grande a urgência, menor é o tempo disponível para sanar tal problema. Recomenda-se o questionamento: “A solução desta causa pode aguardar ou necessita ser feita de imediato?”;
- **Tendência:** Refere-se à possibilidade de aumento do problema, a circunstância da questão crescer ao decorrer do tempo. É recomendado questionar: “Caso não solucione tal problema logo, o mesmo piorará aos poucos ou bruscamente? ”.

Para a atribuição de notas devem-se levar em conta o representativo de cada uma, tal como evidenciado no Quadro 2.2. Para obter-se o valor das prioridades, basta efetuar o produto entre as notas atribuídas da seguinte forma: (G) x (U) x (T).

Como terceiro passo, depois de realizados os cálculos deve-se criar um ranking dos questionamentos, de forma que o de maior valor será classificado em primeiro lugar na lista de prioridades a serem sanadas.

Quadro 2.2 – Fatores relevantes ao analisar-se a Matriz GUT.

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência (se nada for feito...)
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	... Irá piorar rapidamente
4	Muito grave	É urgente	... Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	... Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	... Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	... Não irá mudar

Fonte: Pestana (2016)

Descobertos as prioridades dos problemas para a empresa, segundo Pestana (2016), segue-se o quarto passo que trata da análise dos problemas prioritários elaborando o mais rápido possível, planos de ação que visem solucionar ou diminuir os problemas enfrentados pela organização.

2.4 Estimativa Econômica de Perdas

Para ZHAO et. al., 2022, entre os importantes temas que se estudam na produção é a identificação e detecção de falhas e suas causas, caso alguma das tarefas propostas não seja executada de maneira efetiva, podem trazer muitos efeitos adversos como a redução de qualidade, segurança e vida útil do processo e da máquina. Essas falhas causam inatividade no processo como um todo, tendo por consequência uma perda de capital por esse tempo inativo e pelas manutenções.

De maneira geral, para que esse custo seja reduzido deve-se buscar abordagens que tragam a detecção e projeção dessas falhas, muitas vezes podendo ter uma relação direta com a física em que o maquinário se encontra ou até mesmo por levantamento de dados. Pensando de uma maneira mais geral, podemos buscar soluções a partir de sensores e algoritmos de manutenção para que possa buscar uma maneira que possa antecipar essas manutenções (AREIAS et al., 2019).

Um exemplo prático dessas detecções de falhas, têm-se em um estudo aplicado para prevenção a falha de um rolamento, que muitas vezes quando se diz a maquinários de esteira rolantes é um dos elementos com maiores índices de falha, pode ter um fluxo de detecção conforme a Figura , que consiste nos indicadores de “vida útil” da peça, os testes de detecção, modelos de correções e predição corretiva (ZHAO *et al.*, 2022).

Segundo Immerman (2019), a manutenção historicamente é um processo que demanda uma grande quantidade de tempo, visto que nesse período a produção diretamente da máquina em questão sofre uma causa e isto acarreta uma pausa indiretamente ao processo produtivo em que a máquina está inserido, tornando-se dessa maneira uma execução de alto custo também. Tendo como principal corte de gastos a redução do tempo de inatividade de produção devido a manutenções planejadas e não planejadas.

De modo geral, para otimizar essa questão dos custos, o custo da qualidade é um fator preponderante para o sucesso e competitividade das organizações, visto que esse modelo traz ao negócio pontos chaves para a competitividade e crescimento. Pode-se destacar três tipos de custos: (IMMERMAN, 2019)

- Prevenção: evitar má qualidade nos produtos e processos;
- Avaliação: inspeções e testes que garantam a qualidade;
- Falhas Internas: evitar perdas de matéria prima, processo e produtos, está relacionado inteiramente com as perdas relacionadas a pré-entrega;
- Falhas Externas: evitar perdas causadas em relação a pós entrega, seja ela, devolução, ‘recall’, garantia e descontos.

Para que possa ser medido esses custos é necessário gerenciá-los e a eficácia está relacionada com o entendimento da sua parte no contexto global em relação ao que sua atividade gera valor. Outro conceito importante é o de cadeia de valor, que se resume em um conjunto de atividades que geram valor a empresa desde as fontes de matérias-primas até a entrega final ao consumidor (ZARDO *et al.*, 1999).

Tendo esses conceitos bem fluidos, pode-se dizer que para gerir seus custos pode-se explicita-los em relatórios de gestão, utilizando dos conceitos acima e aplicar de maneira analítica um estudo de mercado para que você possa entender o que gera ou não valor ao seu negócio. Isso pode ser realizado através de cálculos de itens e custos que sua empresa possui com perdas/atividades que não geram valor a mesma (ZARDO *et al.*, 1999).

Portanto dessa maneira, pode-se pensar em dois indicadores bem importantes para o trabalho em suma, que é o ‘tempo de produção’ e ‘valor da atividade’, tendo esses dois importantes conceitos, é possível criar uma relação analítica com o mercado e buscar através de cálculos uma estimativa de perdas que venha a ser causadas quando há uma parada na produção.

2.5 Manutenção Industrial

O conceito de manutenção tem origem militar, visando a necessidade de manter o efetivo humano e de equipamentos nas frentes de batalha. Na indústria os primeiros relatos sobre a utilização dessa expressão surgiram nos EUA década de 50. (KARDEC; NASCIF, 2009).

Para Macêdo (2015), quando se busca o significado teórico do que seria manutenção industrial, encontram-se referencias do tipo: ato ou ação de manter, gerir e administrar uma planta industrial. Segundo Slack *et al.* (2009), o termo manutenção é usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas. É uma parte importante da maioria das atividades de produção, especialmente aquelas cujas instalações físicas têm papel fundamental na produção de seus bens e serviços.

Para Paschoal (2009), numa visão clássica, manutenção é reparar o item danificado, sendo assim, as atividades estariam limitadas e restritas. Num contexto mais atual, a manutenção tem como objetivo manter em funcionamento o equipamento conforme as condições de projeto, ou restaurá-lo para aquelas condições. Esse conceito permite uma ampla visão, pois inclui abordagem proativa, com rotinas de inspeção periódicas, reposição preventiva e monitoramento dos equipamentos.

Nesse contexto, será abordado em seguida, os tipos de manutenção, suas características, bem como sua importância. Os seus tipos principais se dividem, segundo Garcia e Nunes (2014), em manutenção corretiva, preventiva e preditiva.

2.5.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva tem como característica atuar no equipamento somente após sua falha, seja quebra, defeito ou baixo rendimento. O termo manutenção corretiva é amplamente conhecido no ramo industrial e ainda é a forma mais comum para reparo de um equipamento. Ela não é, necessariamente, a manutenção de emergência. A sua ação principal é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento. Do ponto de vista do custo de manutenção, é mais barata do que prevenir as falhas nos equipamentos, em contrapartida, pode

causar grandes perdas na interrupção da produção. (GARCIA; NUNES, 2009 apud PEREIRA, 2011).

A manutenção corretiva não é uma manutenção recomendada, pois o problema é deixado chegar ao extremo, tornando-o, assim, muito mais grave e comprometendo a vida útil do equipamento, bem como a produção em si. Toda intervenção causada pela manutenção em máquinas no processo produtivo torna cada vez pior a programação de produção, da organização, além de atrasar todo o processo produtivo. (GARCIA; NUNES, 2009 apud VIANA, 2002).

2.5.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é definida para a situação em que não se caracterizou um estado de falha. Sendo assim, essa forma de manutenção é aquela realizada em um equipamento com a intenção de reduzir a probabilidade de ocorrência da falha. É uma intervenção de manutenção prevista, preparada ou programada antes da data provável do aparecimento da falha (NUNES, 2001).

Para Corrêa e Dias (2016), Apesar de a manutenção preventiva possibilitar antecipação da correção da avaria, antes que a falha ocorra, ela também gera indisponibilidade no processo, pois para cada evento de manutenção existe a necessidade de parada do processo, fazendo com que a configuração da periodicidade e do tempo de execução de uma manutenção preventiva se torne complexa, devido a esse e a outros fatores como:

- A periodicidade de manutenção preventiva de cada equipamento deve ser combinada com a de todos os equipamentos do processo, para gerar um melhor aproveitamento do tempo de parada do processo;
- Dificuldade de definir quais componentes serão trocados, a partir do conhecimento da sua vida útil;
- Dimensionamento de mão de obra (MO) para a execução das atividades;
- Concentração do maior número de atividades possíveis, para aproveitar a parada do processo.

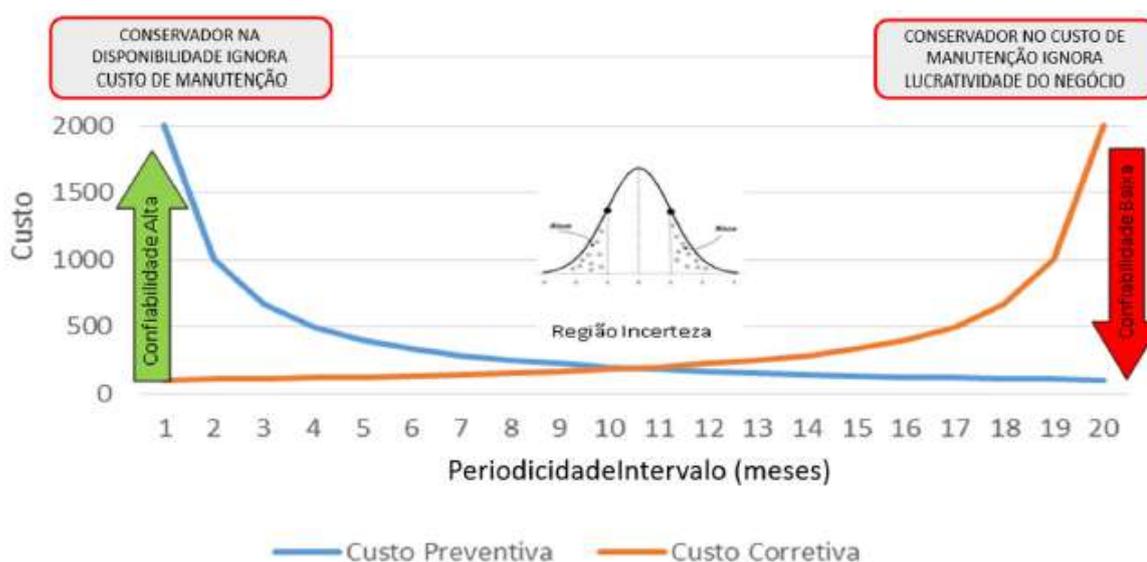
Manutenção preventiva é a atuação dos serviços ou de tarefas de inspeção planejados para realização em pontos específicos no tempo para conservar a função de operação dos equipamentos ou sistemas. (SMITH, 2004).

Manutenção preventiva é um método de manutenção no qual as tarefas são realizadas preventivamente; ou seja, em um tempo predeterminado, ou depois de uma periodicidade determinada, ou de uma quantidade de horas de funcionamento, essas atividades são executadas. (BERTSCHE, 2008).

A definição da periodicidade ótima, que proporcione menor custo e maior confiabilidade nos sistemas, é um dos desafios da manutenção preventiva. Corrêa e Dias (2016) dizem que atuar de maneira conservadora em relação à confiabilidade gera um alto custo na manutenção devido à troca prematura de componentes e à utilização excessiva de mão-de-obra de manutenção.

No entanto, ainda segundo Corrêa e Dias (2016), ao agir de maneira conservadora relativamente ao custo de manutenção, com o objetivo de obter um bom aproveitamento dos componentes, utilizando ao máximo sua vida útil, pode-se também comprometer a confiabilidade do sistema devido à incerteza quanto à vida útil de cada componente. A Figura 2.14 evidencia os efeitos de custos em relação à periodicidade.

Figura 2.14 – Efeitos dos custos na periodicidade de manutenção preventiva



Fonte: Corrêa e Dias (2016)

Quanto maior a intensidade da inspeção menor a incerteza na estimativa da vida do componente, até o ponto em que se possa atuar no instante exato da falha “baseado na falha”, quando, então, há um aproveitamento de 100% da vida útil do componente. Corrêa e Dias (2016) evidenciam esta afirmativa na Figura 2.15.

Figura 2.15 – Definição da periodicidade da manutenção preventiva em função da vida útil do equipamento.



2.5.3 Manutenção Preditiva

No cenário da gestão da manutenção, a ação preditiva aparece como uma forma mais apurada de programar intervenções nos equipamentos. Consiste no acompanhamento do desempenho da máquina através da avaliação de alguns indicadores para a definição do momento correto da intervenção de manutenção. (MACÊDO, 2015).

Para Kardec e Nascif (2009), a manutenção preditiva permite garantir a qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se meios de supervisão centralizados ou de amostragem para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a corretiva. Quando o grau de degradação aproxima-se ou atinge o limite previamente estabelecido, é tomada a decisão de intervenção. Normalmente, esse tipo de acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas à produção.

No atual contexto da indústria moderna, com equipamentos avançados, de alta velocidade e produção, porém bastante complexos, que trabalham, muitas vezes, vinte e quatro horas por dia e sete dias por semana, a manutenção preventiva não apresenta resultados satisfatórios em virtude da necessidade de paradas de produção para a realização das inspeções e substituições programadas, supostamente necessárias. Com base nisso, indústrias com visão tecnológica avançada têm implantado métodos e técnicas de manutenção preditiva. Takahashi e Osada (2000) definiram oito metas para a manutenção preditiva, que são:

- Determinar o melhor período para manutenção;
- Reduzir o volume do trabalho de manutenção preventiva;
- Evitar avarias abruptas e reduzir o trabalho de manutenção não planejado;
- Aumentar a vida útil das máquinas, peças e componentes;
- Melhorar a taxa de operação eficaz do equipamento;
- Reduzir os custos de manutenção;
- Melhorar a qualidade do produto;
- Melhorar o nível de precisão da manutenção do equipamento.

Segundo Nepomuceno (2014), a manutenção preditiva deve ser estabelecida com extremo cuidado, pois necessita de informações precisas sobre o funcionamento do equipamento, as condições ambientais em que o equipamento trabalha, o processo de envelhecimento de cada componente, etc.

Os parâmetros e variáveis que são usados para monitoramento da manutenção preditiva, de acordo com Nepomuceno (2014) são a análise por meio de vibrações, análise dos lubrificantes e termografia, que definem as reais condições do equipamento. As medições devem ser executadas de maneira contínua ou levantadas em intervalos periódicos, dependendo da criticidade do equipamento e da probabilidade de impacto do problema. Quando um problema é detectado, a manutenção é executada, preferivelmente antes que a falha ou ruptura ocorra

2.5.4 Indicadores de Manutenção

Segundo Garcia e Nunes (2014), os indicadores são formados por dados obtidos através do processo produtivo na busca de uma análise de desempenho da manutenção, em muitos casos para identificar uma oportunidade de melhoria no equipamento. Os indicadores de desempenho permitem gerenciar a manutenção de modo eficaz, sintonizados com os objetivos estratégicos da empresa.

Como forma de aplicação para o presente estudo, é possível escolher diversos indicadores dentro da gestão da manutenção. Sendo assim, serão utilizados os indicadores de tempo médio para reparo (MTTR), tempo médio entre falhas (MTBF) e disponibilidade como formas de monitoramento de processos.

2.5.4.1 MTTR - Tempo Médio para Reparo

A sigla MTTR significa, do inglês, *Mean Time to Repair*, cuja tradução é Tempo Médio para Reparo. Sendo assim, representa o tempo necessário para se reparar um determinado equipamento. Kardec e Nascif (2009) afirmam que o MTTR depende da facilidade do equipamento ser mantido em condições ideais de trabalho, necessita de uma boa capacitação profissional de quem fez a intervenção e da característica de organização e planejamento da manutenção da empresa. É calculado conforme equação 2.1, sendo a razão do tempo total de sistema parado (TTSP) ocasionado por falhas com o Número de falhas (N).

$$MTTR = \frac{TTSP}{N} \quad (2.1)$$

2.5.4.2 MTBF - Tempo Médio entre Falhas

MTBF, do inglês, significa *Mean Time Between Failures*. Segundo Branco Filho (2008), representa o tempo médio entre a ocorrência de uma falha e a próxima. Tem como finalidade determinar a média dos tempos de funcionamento de cada item reparável ou equipamento. Cada item reparável terá o seu indicador MTBF. É calculado dividindo-se o tempo de funcionamento do equipamento (T) pelo número de falhas (N), conforme mostrado na equação 2.2.

$$MTBF = \frac{T}{N} \quad (2.2)$$

Adicionalmente, Vianna (2002) afirma que se o valor do MTBF com o passar do tempo for aumentando, será um sinal positivo para a manutenção, pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo e, conseqüentemente, o total de horas disponíveis para a operação, aumentando.

2.5.4.3 Disponibilidade

De acordo com Garcia e Nunes (2014), a disponibilidade é o tempo que um equipamento estará disponível para operar ou em condições para produzir. Isto é, se um equipamento está com o valor de disponibilidade de 0,95 ou 95, quer dizer que está disponível 95% do tempo considerado.

Matematicamente, de acordo com Nepomuceno (2014), a disponibilidade é calculada conforme equação 2.3.

$$DISP = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (2.3)$$

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A problemática foi construída e desenvolvida em uma empresa do ramo de cosméticos localizada no estado de São Paulo. Os produtos manufaturados pela empresa são protetores solar, cremes faciais e, tendo como maior volume representativo de produção, *shampoos* e condicionadores em uma linha de produção que visa o envase de frascos, que variam de 200 mL até 700 mL. A linha de envase de *shampoos* e condicionadores, segundo dados da própria empresa, é capaz de gerar, em média, 250 frascos envasados e tampados por minuto. A Figura 3.1 exemplifica visualmente o momento de envase de frascos em uma linha de produção.

Figura 3.1 – Envase de frascos com produto similar ao da empresa estudada.



Fonte: GEA (2022).

O processo de envase é iniciado com a separação de materiais de embalagem por um operador, tais como os frascos, tampas e rótulos. Os frascos e tampas chegam à linha através de empilhadeiras e são despejados em silos separados, isto é, um silo exclusivo para frascos e outro silo exclusivo para tampas.

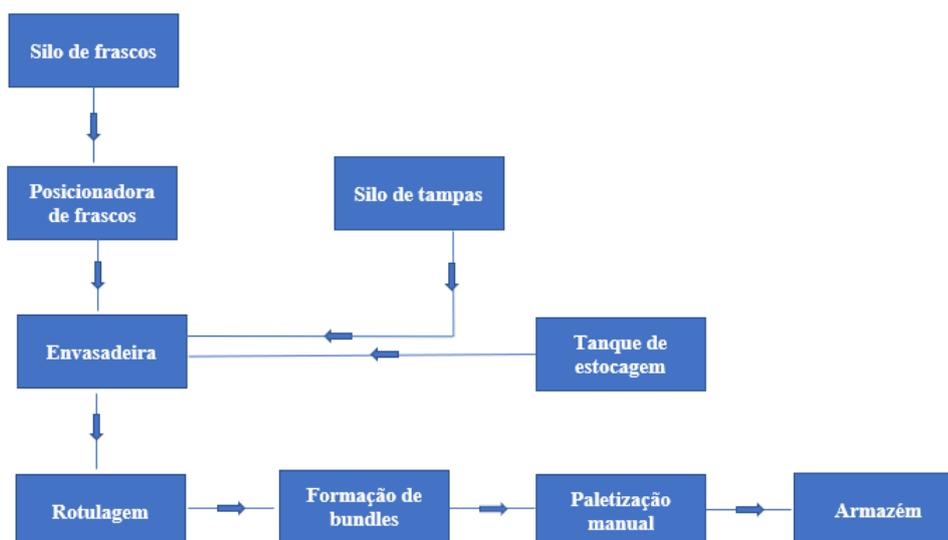
O produto semi-acabado (*shampoo* ou condicionador) é armazenado em tanque de estocagem, e transferido para a máquina de envase através de uma mangueira flexível, onde os frascos são envasados e tampados. Em seguida, os frascos passam por uma série de esteiras, onde ocorre, em sequência:

- Aplicação dos rótulos nos frascos;
- Agrupamento e arrumação dos frascos para formação de bundles, de maneira que cada bundle possui 6 frascos;

- Paletização manual dos bundles. O fim do processo ocorre quando o operador de transpaleta envia os pallets para o armazém.

O fluxograma simplificado apresentado na Figura 3.2 resume o processo da linha produtiva em questão.

Figura 3.2 – Fluxograma simplificado do processo de envase de frasco.



Fonte: Dos autores (2022).

Toda programação da produção é realizada por programadores responsáveis pela emissão e entrega das Ordens de Produção. Esses se baseiam em informações provenientes de diversos setores, que buscam relacionar demandas de mercado com matérias-primas indispensáveis para a fabricação vindas de fornecedores nacionais e internacionais. Tais setores podem envolver as áreas como: Finanças, Compras, Logística e Qualidade.

Todo o processo é controlado através de Ordens de Produção, isto é, o envase de produtos é iniciado apenas quando ocorre a sua liberação. Posteriormente, é iniciada a pesagem e manipulação dos produtos, para, em seguida, amostras serem encaminhadas para análise em laboratórios de controle de qualidade. Caso o produto esteja de acordo com as especificações, esse é aprovado e liberado para envase. Caso contrário, é reprocessado e descartado.

Dados para construção do trabalho foram coletados dentro do período de agosto de 2021 até abril de 2022 com o apoio e autorização de colaboradores da empresa e liberação de acesso aos resultados produtivos do negócio.

3.1 Implementação da Fase de Definição

Para primeira etapa do ciclo DMAIC, realizou-se a discussão do problema dentro da empresa referente ao estudo de caso, o resultado desejado ou a oportunidade detectada. Para isso, uma clara identificação da problemática foi realizada. Logo, um histórico de perdas foi levantado a partir do Indicador de Disponibilidade de Linha (IDL), e o problema relevante para os interesses da organização evidenciado.

O IDL, um conceito que foi adotado pelos autores, representa o quanto a linha produtiva realmente esteve operando, e é calculado, em termos percentuais, a partir da Equação 3.1.

$$IDL = 100\% - \% \text{ Paradas Não Planejadas} - \% \text{ Paradas Planejadas} \quad (3.1)$$

O fluxograma do processo produtivo referente ao estudo de caso foi mapeado, com a finalidade de identificar perdas e desperdícios no processo. Em seguida, realizou-se a escolha de uma etapa ou célula de todo o fluxo produtivo que apresentou a maior criticidade de paradas não planejadas no fluxo de produção, de acordo com levantamento realizado em uma matriz GUT conforme Pestana (2016), de maneira a identificar aquilo que possui a maior prioridade de correção.

3.2 Implementação da Fase de Medição

Para a etapa de medição, o problema foi estratificado ou focalizado a partir de dados quantitativos de paradas de linha. Para isso, um gráfico de Pareto foi construído, classificando as oportunidades encontradas em campo para determinar a criticidade referente a cada modo de falha da célula produtiva escolhida.

Ao final da etapa de Medição, o desempenho do processo foi medido com valores de parada de linha não planejados definidos, isto é, visualizou-se o seu estado atual para a definição de metas de aprimoramento.

3.3 Implementação da Fase de Análise

Nessa fase, priorizou-se a identificação das possíveis causas, escolhendo as mais prováveis, na tentativa de se encontrar a causa raiz. Os dados foram analisados e convertidos em informações de forma a indicar soluções. Para descobrir as causas fundamentais, foi examinado

o processo gerador do problema, para permitir um melhor entendimento do fluxo e a identificação da oportunidade.

Sendo assim, as possíveis causas das falhas mapeadas na fase anterior foram definidas com base em ferramentas da qualidade, tal como 5 Porquês.

3.4 Implementação da Fase de Melhoria

Na quarta etapa do ciclo DMAIC, primeiramente, foram geradas ideias sobre soluções a partir de um 5W2H para a eliminação das causas fundamentais dos problemas detectados na etapa anterior. Objetivou-se a interferência no processo para atingir, no futuro, o estado desejado, ou seja, a meta traçada.

A solução depende da identificação da causa dos modos de falhas. Por exemplo, caso seja um problema de quebra, um plano de manutenção para o componente deverá ser estruturado, ou se a causa raiz for o método, o fluxograma do processo deverá ser redesenhado. Sendo assim, objetivou-se nesta fase propor soluções de melhoria para eliminação das causas.

3.5 Implementação da Fase de Controle

A última fase do DMAIC consistiu na garantia da execução contínua dos planos de ações elaborados na fase anterior. Sendo assim, estratégias para a execução dos planos foram montadas, garantindo sua execução contínua na periodicidade adotada. Estratégias como a criação de instruções de trabalho visando a parodonização das tarefas e definição de planos de manutenção foram exploradas.

3.6 Estimativa econômica de perdas

Para o projeto em questão a estimativa econômica de perdas está diretamente ligada ao processo de qualidade da linha manufatureira, visto que, visou-se aumentar a constância da linha, aumentando a quantidade de produtos que serão manufaturados e diminuindo-se os gastos com as manutenções corretivas.

Com o auxílio do time de estratégia de mercado e precificação, tendo como ponto de partida a quantidade de envases que a manufatura pode realizar por minuto. A partir daqui, são descritas diversas fórmulas para cálculo de informações importantes, iniciando-se por Equação

3.2, utilizada pela controladoria empresa em questão, servindo-se de base de derivação para os cálculos de estimativa econômica.

$$N_{envases} = N_{litros/minuto} \cdot Volume_{Frasco} \cdot 60_{minutos} \cdot 24_{horas} \cdot 26_{dias} \cdot Performance \quad (3.2)$$

Em que $N_{envases}$ é a quantidade produzida, $N_{litros/minuto}$ é a capacidade de produção da máquina em litros por minuto, $Volume_{Frasco}$ é o volume da mercadoria final, minutos, horas e dias, conversões de tempo e Performance, possuindo o tempo em porcentagem do funcionamento das máquinas durante o mês.

Além da quantidade produzida, analisou-se quais foram os lucros de uma certa produção, deve-se, para o presente trabalho, considerou-se os custos que se apresentaram mais importantes para a análise em questão que são os custos da produção das mercadorias e custos relacionados as embalagens. Para o custo de embalagens, Equação 3.3, referenciando-se a empresa em questão que utiliza deste modelo para cálculo, leva-se em consideração quanto custa a unidade da embalagem vazia, relacionando-se com o $N_{envases}$ e custos que não estão sendo contabilizados.

$$Custo_{embalagens} = Custo_{embalagem400ml} \cdot N_{envases} \cdot Custos_{adicionalis} \quad (3.3)$$

E para o custo de produção, Equação 3.4, o ajuste realizado pela equação tem como referência a controladoria da própria empresa do estudo, tem uma relação semelhante em que correlacionou-se o valor de um item com o número de envases suportados pelo maquinário, levando assim como o custo de embalagens, custos adicionais, como operador, energia e reparos.

$$Custo_{producao} = Custo_{produto400ml} \cdot N_{envases} \cdot Custos_{adicionalis} \quad (3.4)$$

Sequenciando o método de avaliação econômica do negócio e levando em consideração os $Custos_{adicionalis}$, se fez necessário calcular o valor que realmente a companhia teve como despesas para a confecção do item, sendo assim, como trabalha-se com shampoos e condicionadores, será implementado um custo médio, Equação 3.5, esse cálculo tem como referência e base o time de precificação da própria empresa, entre os dois artefatos visto que as diferenças de valores são baixas, não causando grandes impactos no todo.

$$Valor_{mdio} = \frac{Custo_{embalagens}}{N_{envases}} + \frac{Custo_{producao}}{N_{envases}} \quad (3.5)$$

Com o valor médio realizado, pôde-se iniciar o processo de contabilidade das vendas, para simplificar o entendimento, será apresentado abaixo como funciona o modelo de negócio da companhia de atuação e seus processos de vendas, Figura 3.3, trazendo de maneira simplista quais são as vendas que serão contabilizadas e quem será contempladas com a distribuição e vazão de mercadorias.

Figura 3.3 – Modelo de vendas



Fonte: Dos autores (2022).

Com isso, têve-se que a venda bruta é a venda da companhia para seu cliente direto. Para esse caso, um conceito importante que foi levado em consideração, a margem de lucro aplicada sobre os produtos, sendo relacionada diretamente com o mercado dos itens e sua estratégia de negócio. Dessa maneira, para realizar a apuração da venda bruta, relacionou-se o valor médio, margem e quantidade produzida, conforme Equação 3.6, partindo-se do princípio utilizado pela companhia no qual está sendo realizada o estudo.

$$Venda_{bruta} = \frac{valor_{mdio}}{(1 - Margem)} \cdot N_{envases} \quad (3.6)$$

E com o intuito de trazer o peso que isso causa na economia, foi calculado também a venda ponta, Equação 3.7, tendo como referência a controladoria da companhia, que está diretamente relacionada com os consumidores finais, ou seja, as pessoas que se dirigem ao supermercado e farmácias para obter ou shampoo ou condicionador, os valores de mercado serão disponibilizados pela fornecedora de dados internos de vendas externas da companhia.

$$Venda_{ponta} = valor_{venda} \cdot N_{envases} \quad (3.7)$$

Pôde-se chegar ao lucro que a companhia possui com a venda desses produtos, relacionando as suas vendas e custos. Para obtenção desses lucros, se realizou uma subtração entre as vendas brutas, que são faturadas pela companhia e seus custos totais, soma entre os custos de

produção e de embalagem. Conforme é demonstrado pela Equação 3.8, esse modelo é similar ao que o time de finanças da companhia utiliza para suas estimativas.

$$Lucro_{estimado} = venda_{bruta} - Custo_{producao} - Custo_{embalagens} \quad (3.8)$$

Com essa relação dos lucros com o passar dos meses, visou-se que não há alteração nos preços, tributações e juros pois se trata de uma estimativa, é possível computar quantos meses foram necessários para que o investimento retorne para o caixa da empresa, Equação 3.9, modelo matemático utilizado pela a equipe de investimento e gastos da própria companhia, e de fato ela comece a lucrar com o projeto em questão.

$$Cashback = \frac{Investimento}{\sum_{n=1,2,3,4,5...}^{meses} Lucro_{estimado}} \quad (3.9)$$

Por fim, foi possível realizar uma avaliação através da ferramenta *Microsoft Excel* para que se acompanhe de maneira analítica o impacto dessa implementação na empresa e a partir do mesmo possuir uma visão por período quais são os impactos positivos e negativos dessa implementação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Fase de Definição

Como forma de priorização do setor a ser explorado, escolheu-se aquele que apresenta à maior criticidade quanto à gravidade, urgência e tendência. Sendo assim, montou-se uma matriz GUT listando cada setor da linha de envase apresentada na figura 3.2. Em seguida, as notas de gravidade, urgência e tendência para cada setor foram atribuídas com o auxílio de colaboradores da empresa. O resultado da matriz GUT gerada é demonstrado no quadro 4.1.

Quadro 4.1 – O setor de envase se identificou como a área prioritária para solução de problemas a partir da matriz GUT gerada.

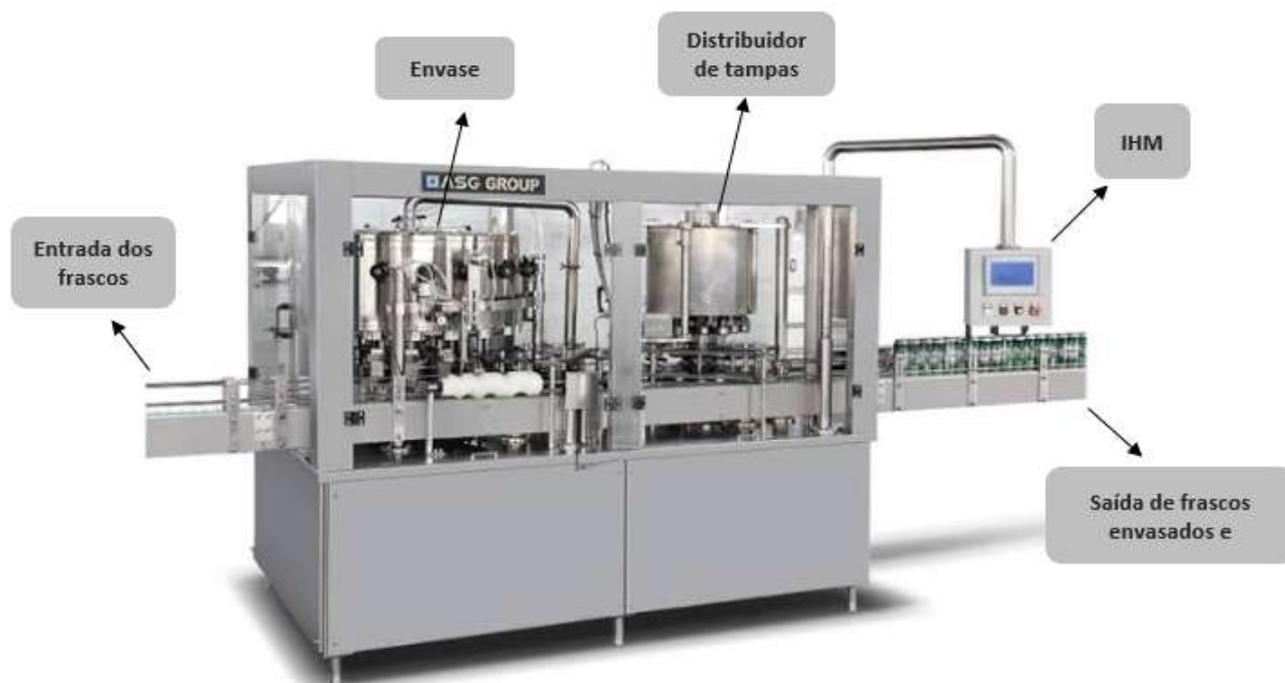
Setor	G Gravidade	U Urgência	T Tendência	GUT
Silo de Frascos	1	1	2	2
Silo de Tampas	1	1	2	2
Posicionadora de frascos	4	4	5	80
Envasadeira	5	5	4	100
Rotuladeira	4	4	5	80
Formadora de Bundles	4	3	3	36
Paletizador	4	3	3	36

Fonte: Dos autores (2022).

O setor de envase, composto por uma máquina de envase de *shampoos* e condicionadores, surge como prioridade quanto à resolução de problemas de acordo com interpretação e discussão entre os autores e colaboradores da empresa estudada.

O equipamento utilizado pela empresa como máquina de envase é da fabricante ASG Group, (FIGURA 4.1). O equipamento recebe frascos orientados e posicionados corretamente em uma esteira de entrada, passando por 28 bicos de envase e, logo após o completo enchimento, são levados por uma esteira-guia (estrela) para aplicação das tampas, cujo módulo possui 8 bocais para recepção e acoplamento dos frascos às tampas.

Figura 4.1 – Equipamento utilizado para envase de *shampoos* e condicionadores na empresa.



Fonte: Adaptado de ASG Group (2022).

Todos os parâmetros e variáveis do equipamento, tais como velocidade, pressão de envase e altura de bicos e bocais (FIGURA 4.2) são controladas eletronicamente, a partir de um painel IHM (Interface Homem-Máquina). As variáveis se alteram constantemente com trocas de ordens de produção, pois formatos de frascos diferentes e *shampoos* e condicionadores com especificações distintas, podem interferir nos parâmetros da máquina.

Figura 4.2 – Módulo interior do equipamento de envase Ronchi Exacta.



Fonte: Adaptado de ASG Group (2022).

Em seguida, observou-se num intervalo de tempo de nove meses, compreendido entre agosto de 2021 até abril de 2022, que a disponibilidade de tempo da linha de produção ficou abaixo da meta de 85% em quatro oportunidades. Isto é, ocorreu um impacto de paradas na linha, sendo planejado ou não, que contribuíram com o resultado negativo referente ao Indicador de Disponibilidade de Linha (IDL). O gráfico na Figura 4.3 demonstra visualmente o resultado do IDL no período citado.

Figura 4.3 – Resultado do Indicador de Disponibilidade de Linha no período entre agosto/2021 e abril/22.



Fonte: Dos autores (2022).

A partir deste cenário, constatou-se a existência de perdas significativas no processo de envase o que representava prejuízos a organização, sendo assim, o aprimoramento do processo produtivo era essencial, a fim de identificar desperdícios e, quando possível, reduzi-los ou eliminá-los.

A empresa alertou que, nos quatro meses de resultado abaixo da meta, ocorreram falhas e quebras não previstas na máquina de envase. Esta problemática ocasionava na necessidade de parada de linha para solucionar a falha do equipamento, incapacitando a operação durante este tempo e, por consequência, impactando o IDL.

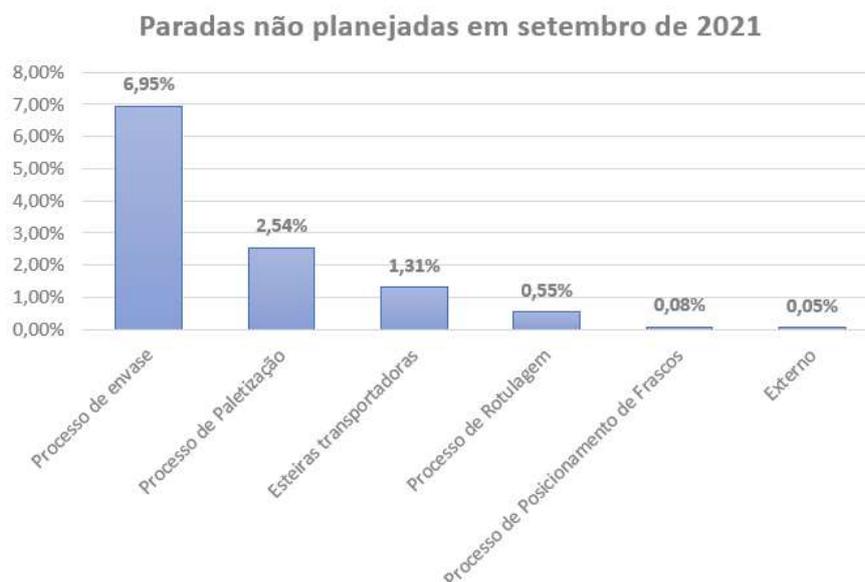
Considerando este cenário, viu-se a necessidade de atuar diretamente no processo de envase da linha, sobretudo nos modos de falha do equipamento, visando reduzir as falhas do equipamento e, conseqüentemente, aumentar o percentual do Indicador de Disponibilidade de Linha (IDL).

4.2 Fase de Medição

Segundo Almeida *et al.* (2019), os desperdícios de um processo produtivo devem ser estruturados de maneira a quantificá-los. Logo, torna-se necessário levantar dados antes de qualquer análise, de maneira a entender o impacto separado de cada problemática na produção.

Sendo assim, torna-se essencial identificar, em termos quantitativos, qual foi o impacto de paradas não planejadas devido a máquina de envase, durante o período contemplado de agosto de 2021 até abril de 2022. Para os quatro meses de resultados abaixo da meta, foram construídos gráficos de forma a mensurar o impacto das paradas não planejadas a partir de dados compartilhados pela companhia, tal como representado nas Figura 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7.

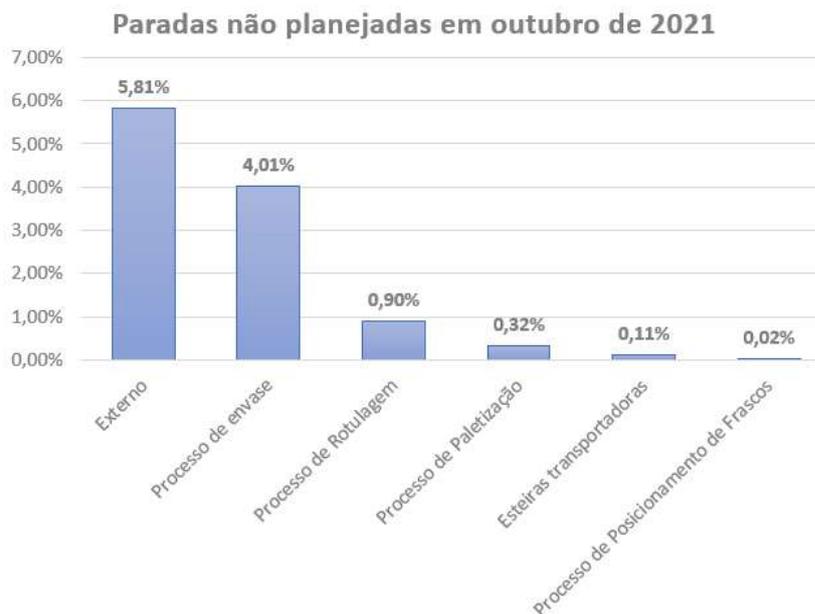
Figura 4.4 – Impacto de paradas não planejadas de linha no IDL - Setembro de 2021



Fonte: Dos autores (2022).

Conforme mostrado na Figura 4.4, para o período de setembro de 2021, os dois maiores impactos sobre o Índice de Disponibilidade de Linha (IDL) ocorreram devido a problemas na máquina de envase e material. Esse, por sua vez, trata-se de problemas relacionados a materiais distribuídos por fornecedores. Quando não atendem a requisição de qualidade requerida, podem impactar a produção.

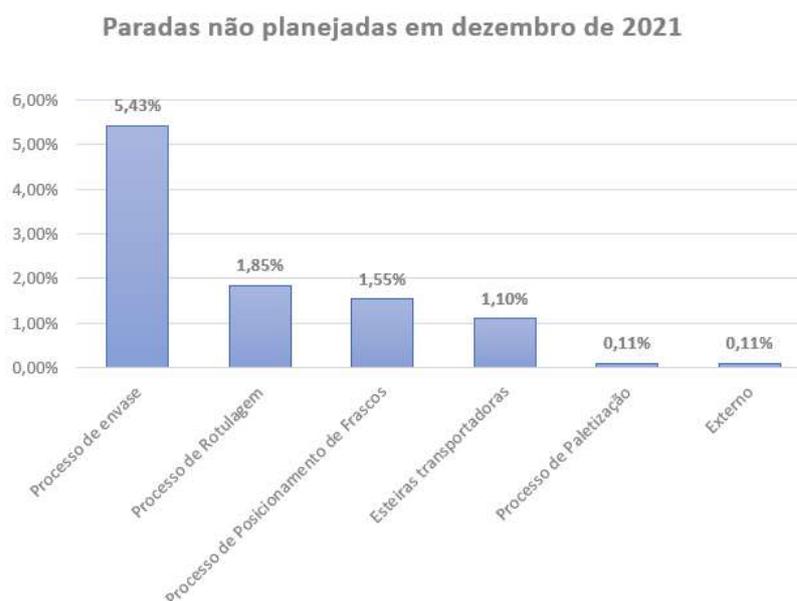
Figura 4.5 – Impacto de paradas não planejadas de linha no IDL - Outubro de 2021



Fonte: Dos autores (2022).

Para o período de outubro de 2021, a Figura 4.5 mostra que o principal impacto ocorreu devido a motivos externos. Nesse cenário, ocorreu devido à falta de energia na rede elétrica da planta, impactando a produção durante um turno inteiro. Todavia, paradas devido à problemáticas na máquina de envase foram a segunda maior causa, enquanto que para o mês de dezembro de 2021, foi a primeira, conforme representado na Figura 4.6

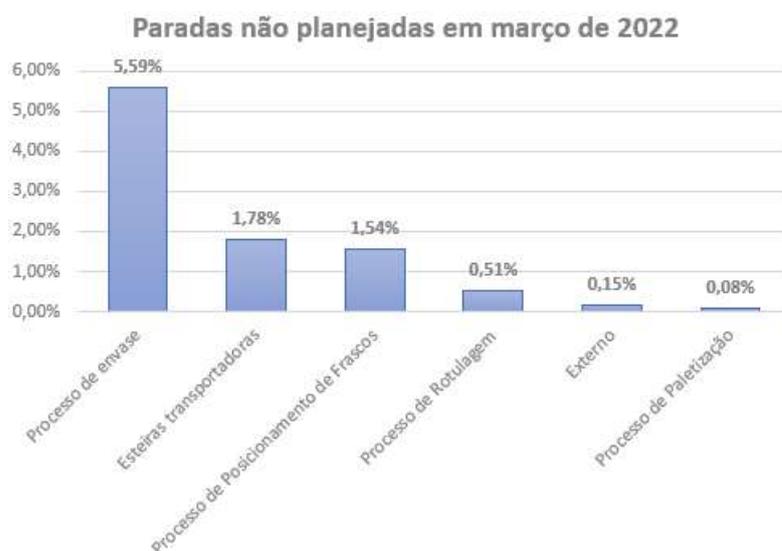
Figura 4.6 – Impacto de paradas não planejadas de linha no IDL - Dezembro de 2021



Fonte: Dos autores (2022).

Por fim, para o período de março de 2022, o processo de envase se destacou aparecendo como a principal causa de Paradas não Planejadas na linha de envase, tal como mostrado na Figura 4.7

Figura 4.7 – Impacto de paradas não planejadas de linha no IDL - Março de 2022



Fonte: Dos autores (2022).

O Quadro 4.2 traz os resultados compilados de IDL, percentual de paradas e o quanto a máquina de envase representou de impacto dentro do percentual de paradas referente aos meses de setembro, outubro e dezembro de 2021 e março de 2022.

Quadro 4.2 – Dados relativos aos Índice de Disponibilidades de Linhas (IDL), paradas e impacto dos modos de falhas da máquina de envase nos meses de resultados abaixo da meta.

	IDL	Paradas Não Planejadas	Paradas Planejadas	Processo de Envase
set/21	83,50%	11,48%	5,02%	6,95%
out/21	83,90%	11,17%	4,93%	4,01%
dez/21	84,10%	10,15%	5,75%	5,43%
mar/22	84,20%	9,65%	6,15%	5,59%

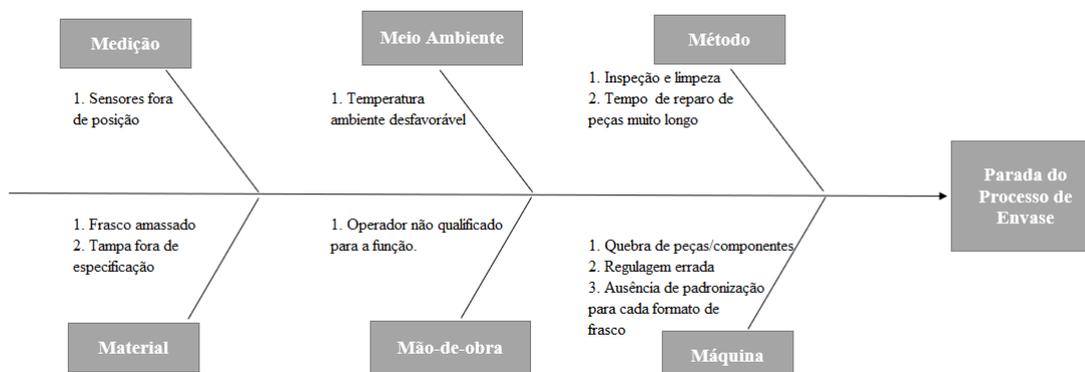
Fonte: Dos autores (2022).

Para o mês de setembro de 2021, problemas relativos ao processo de envase representaram 60,5% do total de paradas não planejadas. Em outubro de 2021, representou 35,9%. Em dezembro de 2021, 53,4%. Por fim, em março de 2022, representou 57,9%. Sendo assim, constata-se que o processo de envase concentra o maior índice relativos a paradas não planejadas para a linha de envase estudada.

De acordo com Gupta e Jain (2015) para o entendimento das oportunidades de melhorias dentro de qualquer processo, torna-se necessário classificar os modos de falha de maneira visual, de maneira que o Diagrama de Ishikawa cumpre o objetivo de clarificar as causas com seus respectivos efeitos.

Logo, para compreensão das variáveis atuantes, foi realizada uma reunião com os supervisores de operações acerca dos desperdícios recorrentes encontrados no processo de envase. Uma reunião foi organizada com toda a equipe para que cada membro pudesse expor os elementos que acreditavam contribuir para o problema em questão. As ideias enumeradas na discussão foram evidenciadas e organizadas na forma de um Diagrama de Espinha de Peixe, tal como ilustrado na Figura 4.8.

Figura 4.8 – Diagrama de Espinha de Peixe para o processo de envase.



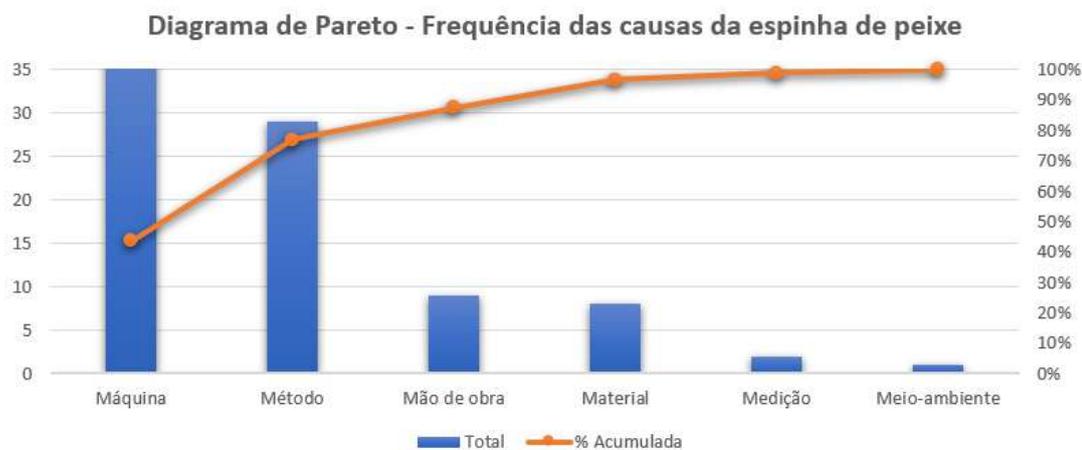
Fonte: Dos autores (2022).

Uluskan e Oda (2020) afirmam que para uma tomada de decisão mais assertiva, o Diagrama de Pareto se destaca como uma grande alternativa para o mapeamento quantitativo das causas, organizando de forma quantitativa as falhas do processo e seus *targets*.

Com as possíveis causas e efeitos identificados a partir do diagrama de espinha de peixe, utilizou-se um Diagrama de Pareto, tal como representado na Figura 4.9, para ordenação das causas de perdas identificadas em termos de frequência, tornando possível priorizar ações em causas mais recorrentes.

A frequência das causas foi possível ser medida devido ao fato de que toda perda, dentro da empresa estudada, é documentada, priorizando informações de causa, setor e data da ocorrência. Dessa forma, com acesso ao total de eventos referente a cada causa, as frequências puderam ser agrupadas.

Figura 4.9 – Diagrama de Pareto das causas identificadas a partir do Diagrama de Espinha de Peixe.



Fonte: Dos autores (2022).

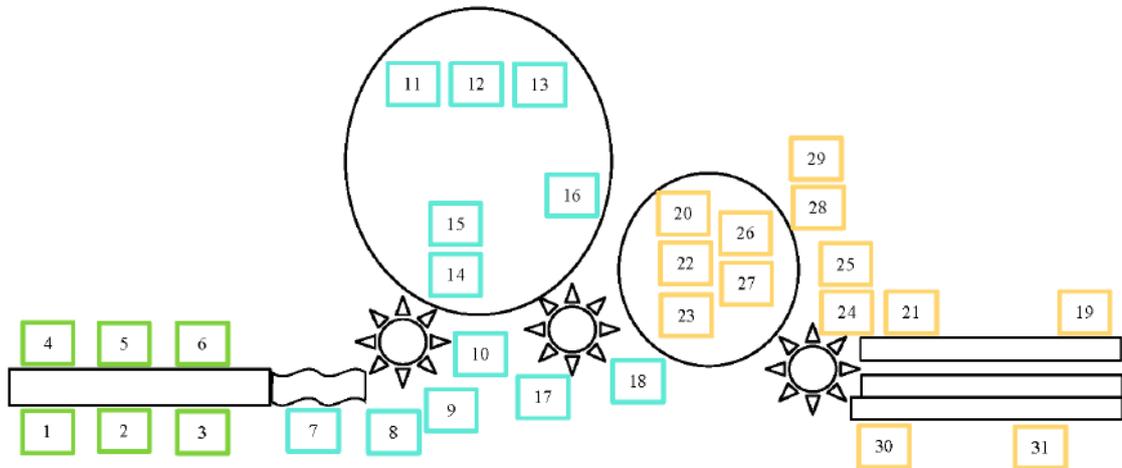
4.3 Fase de Análise

A partir da Figura 4.9, tem-se que as duas principais causas que ocasionam a parada do processo de envase estão relacionadas à Máquina e ao Método. Com isso, para a fase de análise, os esforços para identificação das causas raízes foram direcionados às perdas ocasionadas por Máquina e Método.

4.3.1 Análise relacionada à Máquina

Para melhor compreensão e detalhamento do fluxo de funcionamento da máquina de envase, elaborou-se um fluxograma, descrevendo as ações atuantes em etapas, conforme mostrado nas Figuras 4.10 e 4.11.

Figura 4.10 – Fluxograma esquemático da máquina de envase.

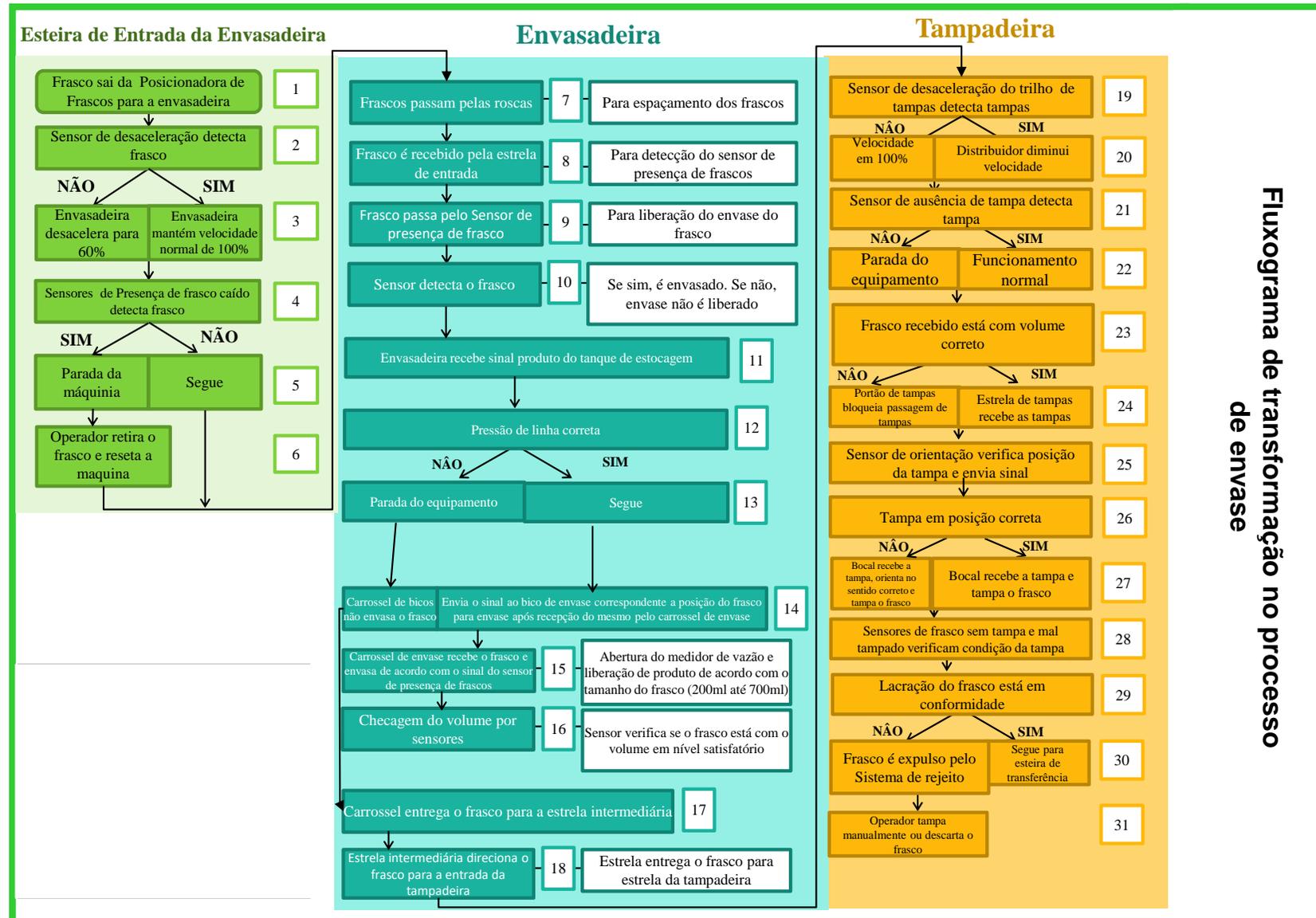


Fonte: Dos autores (2022).

A Figura 4.11 se relaciona com a Figura 4.10 através da descrição dos passos enumerados, que se subdividem em 3 grupos:

- Verde: Descreve as ações relacionadas à esteira de entrada da envasadeira;
- Azul: Descreve as ações de entrada relacionadas à envasadeira, onde ocorre, de fato, o envase dos frascos com *shampoo* ou condicionador;
- Amarelo: Descreve as ações relacionadas à tampadeira, onde ocorre a aplicação das tampas nos frascos.

Figura 4.11 – Detalhamento dos passos enumerados na Figura 4.10.



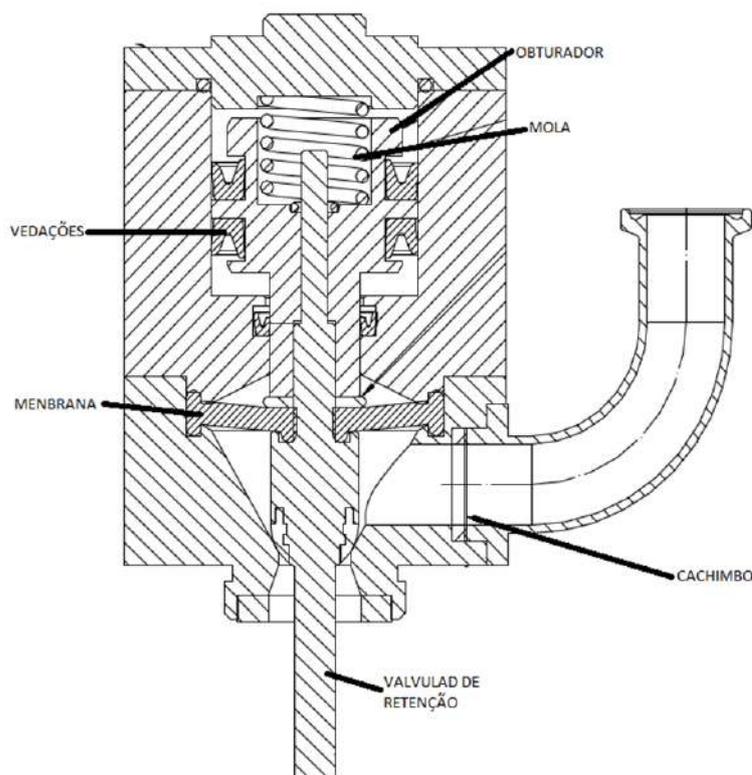
Fonte: Dos autores (2022).

Os pontos de transformação da máquina de envase são:

- O envase do frasco com o produto semi-acabado armazenado em tanque de estocagem a partir de bicos conectados ao tanque;
- A tampagem do frasco a partir de bocais conectados ao silo de tampas por uma esteira, que finaliza o processo de envase, permitindo seguir para a próxima etapa, a rotulagem.

Quanto o envase, o bico de envase se torna o atuador responsável pelo correto enchimento dos frascos a partir de informações enviadas do IHM com a correta especificação do produto semi-acabado e tamanho de frasco. Conforme Figura 4.12 sua estrutura é composta por uma mola, responsável por exercer força sempre para baixo, permitindo o encaixe do bico com o frasco para, em seguida, receber o produto pelo cachimbo.

Figura 4.12 – Vista frontal em corte do bico de envase da envasadeira da ASG Group

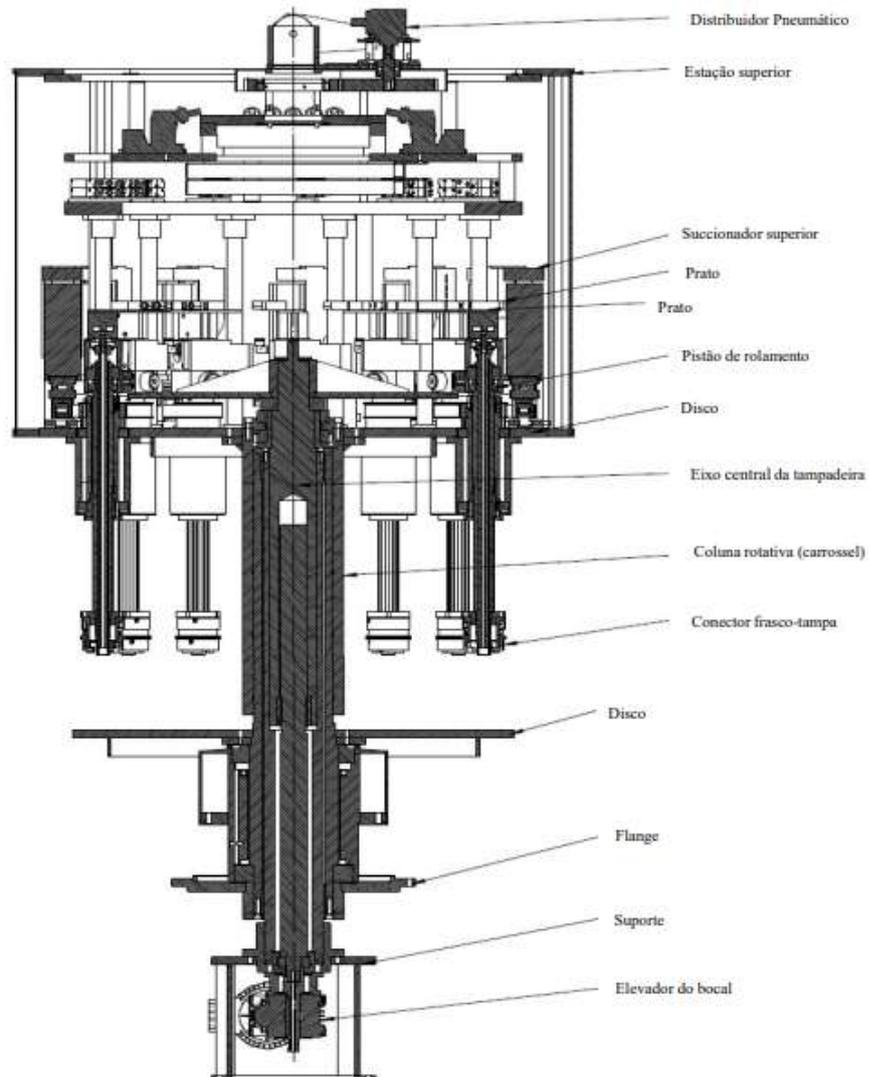


Fonte: adaptado de ASG Group (2015).

As Figuras 4.13 e 4.14 evidenciam, respectivamente, as vistas frontais em corte da parte da tampadeira e um de seus bocais. De acordo com o detalhamento realizado da Figura 4.11, tem-se que, a medida que o carrossel de bicos rotaciona, um dos bicos coleta uma tampa com

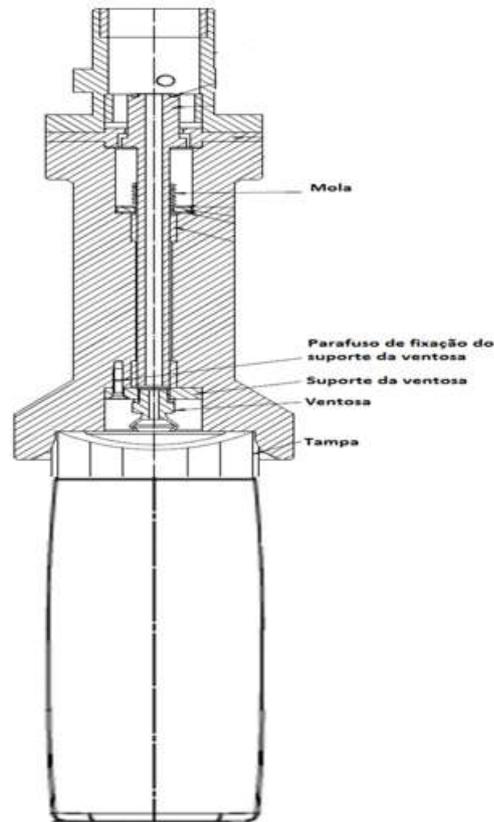
uma ventosa, que, ao encontrar um frasco, realiza uma pressão sobre o mesmo a partir de uma mola, realizando o encaixe entre a tampa e o frasco.

Figura 4.13 – Vista frontal em corte da tampadeira da máquina de envase da ASG Group. Para a máquina em questão, são 9 bocais de tampagem.



Fonte: adaptado de ASG Group (2015).

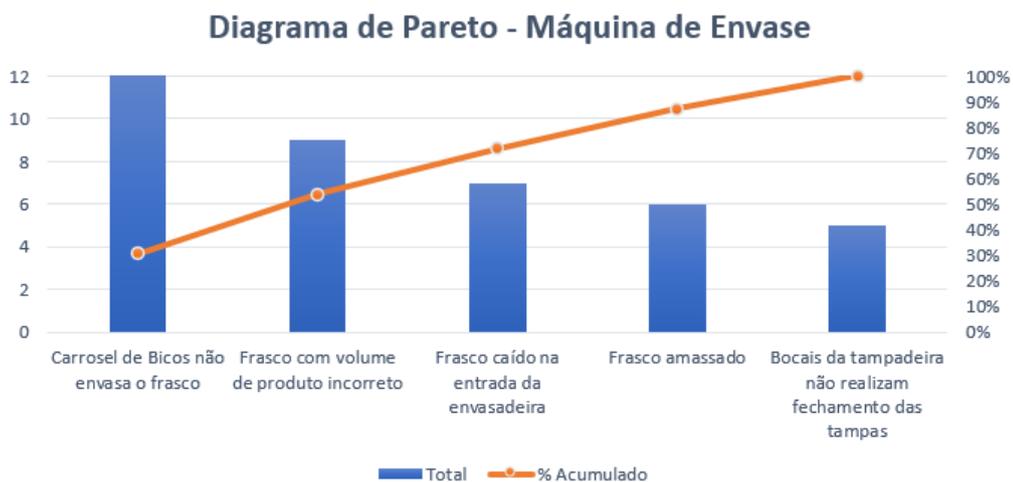
Figura 4.14 – Vista frontal em corte de um dos bocais da tampadeira da máquina de envase da ASG Group.



Fonte: adaptado de ASG Group (2015).

Para próxima etapa, analisou-se os principais modos de falhas relacionados com a máquina de envase a partir de um Diagrama de Pareto, representado na Figura 4.15, correspondente ao período de agosto de 2021 até abril de 2022.

Figura 4.15 – Frequência dos modos de falhas relacionados somente à máquina de envase no período de agosto de 2021 até abril de 2022



Fonte: Dos autores (2022).

Os 5 Porquês, de acordo com Arnheiter e Greeland (2008), trata-se da mais eficiente ferramenta para identificação de causa raiz de problemas relacionados à processos de fabricação, mapeando-os através de perguntas e de, maneira posterior, reunindo informações para solucionar-los

Sendo assim, para os modos de falhas identificados, bem como suas frequências de ocorrência no período estudado, foi utilizada a ferramenta dos 5 Porquês para cada modo de falha, de maneira a se encontrar a causa raiz dos problemas e montagem de posterior plano de ação para solução. O Quadro 4.3 demonstra o resultado da aplicação da ferramenta.

Quadro 4.3 – Perguntas elaboradas partindo dos modos de falhas até identificação da causa raiz.

Modo de Falha	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?
Carrosel de Bicos não envasa o frasco	Frasco não encaixa nos bicos de envase	Bicos de envase ou vedações com sinais de desgaste, dificultando o perfeito encaixe do bico de envase no frasco	Bicos de envase ou vedações não trocados no tempo correto	Ausência de plano de manutenção preventiva para os bicos de envase ou vedações	NA
Frasco com volume de produto incorreto/caído na esteira/amassado	Partes de troca de <i>Change Over</i> colocadas incorretamente	Erro humano. Operador não realizou troca de peça de maneira correta durante <i>Change Over</i> , gerando retrabalho com parada de linha.	Ausência de procedimento a ser seguido pelo operador em troca de lotes	NA	NA
Bocais da tampadeira não realizam fechamento das tampas	Tampais caem do bocal no momento da aplicação da tampa	Bocais da tampadeira com sinal de desgaste.	Bocais da tampadeira não trocados no tempo correto	Ausência de plano de manutenção preventiva para os bocais da tampadeira	NA

Fonte: Dos autores (2022).

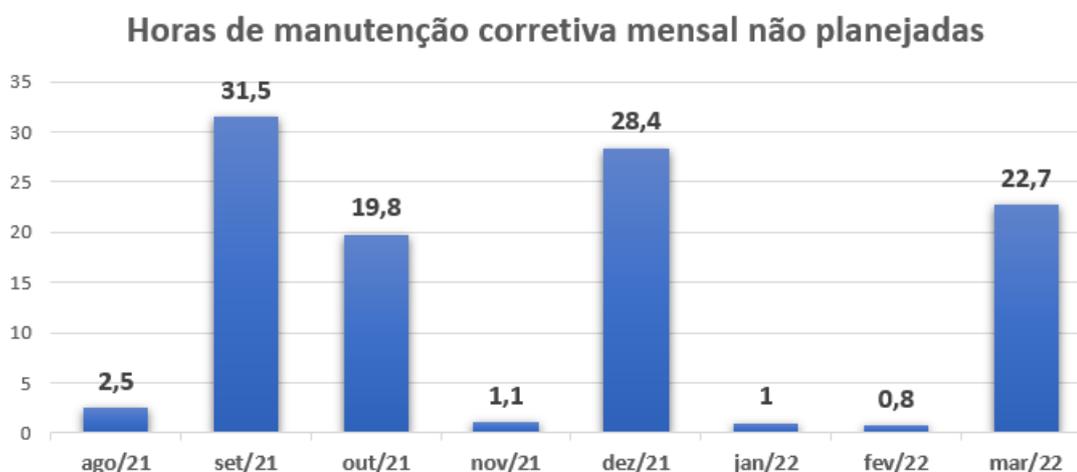
Dessa forma, os 5 modos de falhas mapeados possuem, de forma geral, como causa raiz:

- Ausência de manutenção preventiva para certos componentes;
- Ausência de procedimentos documentados a serem seguidos pelos operadores para desempenho correto do processo, que garantam a correta execução do *Switch Time*.

Para problemas frequentes relacionados à quebras de componentes mecânicos, torna-se necessário coletar os dados de horas de manutenção corretiva de maneira a calcular a baixa disponibilidade de máquina, ocasionada por quebras de equipamento devido à falta de uma política de manutenção preventiva na empresa (GARCIA; NUNES, 2014).

Haja vista a detecção da causa raiz de ausência de planos de manutenção preventivos para certos componentes da máquina de evase, analisou-se, a partir do banco de dados da empresa estudada, o número de horas de manutenção corretiva não planejada para o período analisado, do qual é representado na Figura 4.16

Figura 4.16 – Horas de manutenção corretiva mensal não planejadas para o período de agosto de 2021 até abril de 2022



Fonte: Dos autores (2022).

Pode-se observar que, para os meses em que o IDL não atingiu a meta previamente estabelecida de 85%, o número de horas de manutenção corretiva não planejada registrou um aumento significativo quando comparado aos meses acima da meta. A ação corretiva para os meses em que não foi possível alcançar o IDL mínimo ocorreu devido à intervenção em bicos de envase ou bocais da tampadeira, tal como já destacado na ferramenta dos 5 porquês, no Quadro 4.3

4.3.2 Análise relacionada ao Método

Para aprofundamento do estudo de causa raiz relacionada ao método, a empresa traz duas definições importantes para o processo, das quais são descritas abaixo.

- *Pit Stop*: É o momento reservado durante 30 minutos para um turno de produção onde os operadores realizam tais tarefas nos equipamentos de toda a linha, com o objetivo de prevenir falhas. O *Pit Stop* possui horários rigidamente definidos para que ocorra durante o turno de produção. Caso ocorra dentro da janela de horário pré-definida, esta é reportada como parada planejada. Caso contrário, deve ser reportada como parada não planejada.
- *Switch time*: Em tradução livre, mudança. Constantemente, trocas de ordens de produção exigem trocas de formatos de frascos. Cada formato, possui sua faixa de envase, velocidade de esteira, ajustes de posicionamento de sensores, dentre outras especificações. Sendo assim, tais mudanças de parâmetros para troca de formatos são chamadas de

Switch time. Toda parada para *Switch time* é reportada como planejada. No entanto, caso tenha sido mal executada, haverá a necessidade de interromper a produção para correção do ajuste, gerando uma parada não planejada.

A principal causa para impacto de *Pit Stop* e *Switch time* como paradas não planejadas são, respectivamente, a não execução no horário pré-determinado e *Switch time* mal executado. Para isso, foram elencadas duas causas raízes, podendo ser listadas abaixo:

- Ausência de procedimentos para realização correta do *Switch time*;
- Operadores mais experientes, que são os líderes de turno, não envolvidos em *Pit Stop*.

4.4 Fase de Melhoria

Para Juliani e Oliveira (2020), de maneira a tornar mais fácil a jornada de tomadas de decisões e elaboração de planos de ação, a ferramenta de 5W2H é extremamente eficiente. Logo, para cada causa raiz identificada na ferramenta dos 5 Porquês, no quadro 4.3, elaborou-se um plano de ação a partir da utilização do 5W2H, com o objetivo de nortear a execução das atividades, conforme evidenciado no Quadro 4.4

Quadro 4.4 – Plano de Ação - 5W2H

O que?	Quem?	Onde?	Quando?	Porquê?	Como?	Quanto?
Ausência de plano de manutenção preventiva para os bicos de envase ou vedações	Encarregado de Manutenção Mecânica	Envasadeira	Imediatamente	A atual abordagem de ação corretiva em vez de preventiva contribui com falhas e quebras na máquina de envase, impactando o indicador de IDL	Elaboração de um plano de manutenção preventiva para bicos de envase	Compartilhamento não autorizado pela companhia
Frasco com volume de produto incorreto/caído na esteira/amassado	Engenheiro de Processos	Setor de envase	Imediatamente	A ausência de um procedimento que determine um passo-a-passo a ser efetuado contribui com <i>Switch time</i> mal executados, gerando retrabalho e impactando no índice de Paradas Não Planejadas.	Elaboração de procedimento padrão para treinamento de novos operadores quanto à execução correta de <i>Switch time</i>	Compartilhamento não autorizado pela companhia
Ausência de plano de manutenção preventiva para os bocais da tampadeira	Encarregado de Manutenção Mecânica	Tampadeira	Imediatamente	A atual abordagem de ação corretiva em vez de preventiva contribui com falhas e quebras na máquina de envase, impactando o indicador de IDL	Elaboração de um plano de manutenção preventiva para bocais da tampadeira	Compartilhamento não autorizado pela companhia

Fonte: Dos autores (2022).

Conforme exposto no Quadro 4.4, três planos de ação devem ser elaborados, dos quais estão dispostos na coluna de "Como?". Sendo assim, a fase de melhoria será subdividida em duas partes: criação dos planos de manutenção preventivos e criação de procedimento para *Switch time* para a máquina de envase.

4.4.1 Planos de Manutenção

Para Garcia e Nunes (2014), visando a realização correta do trabalho de manutenção, são necessárias, inicialmente, ferramentas em condições básicas para trabalho. Qualquer tipo de ferramental fora de condição básica pode causar a impossibilidade da execução da manutenção ou ocasionando algum possível acidente. Após acompanhamento dos autores de atividades de manutenção em campo, compilou-se no Quadro 4.5 uma lista de ferramentas que são sugeridas para a correta realização da atividade de manutenção.

Quadro 4.5 – Lista de ferramentas essenciais para o setor de manutenção

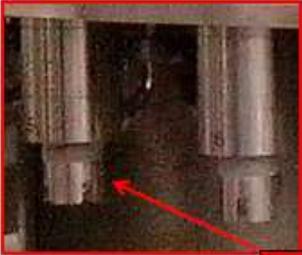
Lista de Ferramentas	
1	Jogo de chave combinada de 6 a 30 mm
2	Jogo de chave Allen: 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8 e 10 mm
3	Jogo de chaves de fenda: 3/16x1.1/12", 3/16x3", 1/4x1.1/2", 1/4x4", 5/16x6"
4	Jogo de chave Philips: 1/8x2", 3/16x1.1/2", 3/16x3", 1/4x4"
5	Alicate de Bico Meia-Cana 6,5"
6	Alicate de Pressão 10"
7	Alicate de Corte Diagonal 6,5"
8	Alicate Universal 8"
9	Alicate Bomba D'Água 10"
10	Chave Inglesa: 10"
11	Chave Grifo: 14"

Fonte: Dos autores (2022).

Baseou-se o plano de manutenção preventivo com base nos dados disponibilizados no catálogo do equipamento (ASG GROUP, 2015). Propõe-se a realização da manutenção preventiva de maneira que o operador realize inspeções diárias, semanais e mensais, ou a troca de algum componente baseado no tempo de operação, conforme cronograma do plano. Juntamente com o cronograma de manutenção, apresenta-se imagens dos componentes com a frequência de execução. As Figuras 4.17 e 4.18 evidenciam os planos elaborados para os bicos de envase e bocais da tampadeira com a periodicidade sugerida pelo manual do fabricante.

Figura 4.17 – Plano de manutenção preventivo sugerido para os bicos de envase da envasadeira ASG

PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA		Elaborado por:			
		Aprovado por:			
Máquina: Bicos de Envase da Envasadeira ASG		Nº:			
ITENS A SEREM MONITORADOS	TROCA OU INSPEÇÃO?	PERIODICIDADE			
		DIARIO	SEMANAL	MENSAL	SEMESTRAL
Ponto 1 - Mangueira de conexão (1 ao 8)	INSPEÇÃO				
Ponto 1 - Mangueira de conexão (9 ao 16)					
Ponto 1 - Mangueira de conexão (17 ao 24)					
Ponto 1 - Mangueira de conexão (25 ao 32)					
Ponto 1 - Unidade de Bico de Envase (1 ao 8)	INSPEÇÃO				
Ponto 1 - Unidade de Bico de Envase (9 ao 16)					
Ponto 1 - Unidade de Bico de Envase (17 ao 24)					
Ponto 1 - Unidade de Bico de Envase (25 ao 32)					
Ponto 2 - Duto Flexível (1 ao 8)	INSPEÇÃO				
Ponto 2 - Duto Flexível (9 ao 16)					
Ponto 2 - Duto Flexível (17 ao 24)					
Ponto 2 - Duto Flexível (25 ao 32)					
Ponto 1 - Troca do Bico de Envase	TROCA				



1





2

Fonte: Dos autores (2022).

Figura 4.18 – Plano de manutenção preventivo sugerido para os bocais de tampagem da envasadeira ASG

PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA		Elaborado por:			
Máquina: Sistema de Bocais de Tampagem da Envasadeira ASG		Aprovado por:			
		Nº:			
ITENS A SEREM MONITORADOS	TROCA OU INSPEÇÃO?	PERIODICIDADE			
		DIARIO	SEMANAL	MENSAL	SEMESTRAL
Ponto 1 - Interior do distribuidor	INSPEÇÃO				
Ponto 2 - Bocais e Mangueiras (bocais 1 a 9)	INSPEÇÃO				
Ponto 2 - Bocais	TROCA				
Ponto 3 - Tubulação de ar	INSPEÇÃO				
Ponto 4 - Eixo Principal do carrossel	INSPEÇÃO				

The figure contains four photographs illustrating the maintenance points:

- Point 1:** A large stainless steel distributor with multiple outlets.
- Point 2:** A close-up of the capping mechanism with blue plastic caps being applied to bottles. Red arrows point to the nozzle and hose assembly.
- Point 3:** A close-up of flexible air hoses connected to the machine's frame.
- Point 4:** A close-up of the central vertical axis of the carousel mechanism.

Fonte: Dos autores (2022).

Para cada plano que envolve inspeção e troca de componentes, faz-se necessário a padronização das ações de maneira que diferentes colaboradores da empresa executem sempre a mesma cronologia de ações, isto é, garantir que os operadores inspecionem e realizem troca de componentes de acordo com procedimentos. (GARCIA; NUNES, 2014).

Dessa forma, elaborou-se duas propostas de padronização, a primeira, conforme Figuras 4.19, 4.20 e 4.21 sugere um *checklist* de preenchimento para inspeção de componentes, elaborados com o apoio dos Planejadores de Manutenção da empresa. Logo, os operadores, no momento da inspeção, deverão assinalar com um "N - Normal", "D - Defeito" ou "NA - Não Aplicável" para cada campo solicitado no *checklist*, padronizando as ações de inspeção de componentes. Os *checklists* foram divididos em elementos de transmissão e elementos de fixação para os bicos e bocais.

Figura 4.19 – Checklist referente aos elementos de transmissão dos bicos de envase e bocais de tampagem

Inspetor:				Data:																						
Equipamento: Bico de Envase e Bocais de Tampagem				Detalhes da Inspeção																	Comentários					
				ROLAMENTOS				ENGRENAGENS / POLIAS			EIXOS			MOTORES - REDUTORES			ACOPLAMENTO			CORREIAS - CORRENTES						
No	Componente	Quantidade	Localização	Bloqueado	Resíduos de material no rolamento	Verificação de roletes	Ruído	Danificada	Dentes Quebrados	Condição básica das abas das polias	Alinhamento	Quebrado / enferrujado	Chaveta quebrada / deformada / faltando	Pino/parafuso faltando ou solto	Verificação dos motores	Temperatura	Vazamentos	Controle Visual	Quebrado	Com folga	Controle Visual	Inspeção das Correias	Inspeção das Correntes	Tensionamento incorreto	Controle Visual	
1	Bico de Envase	28	Carrossel de envase																							
2	Bocais de Tampagem	8	Carrossel da tampadeira																							
3																										
4																										

Preenchimento da tabela: Normal: N; Defeito: D; NA: não aplicável

Fonte: Dos autores (2022).

Figura 4.20 – Checklist referente aos elementos de fixação dos bicos de envase

Inspetor:				Data:											
Equipamento: Bico de envase				Utilização do elemento de fixação				Fixação / método de bloqueio			Status do elemento de fixação				Comentários
No	Componente	Número de elementos de fixação	Localização - Plano de PM	O elemento de fixação é CRÍTICO	O elemento de fixação está faltando	O elemento de fixação é padrão no mesmo tipo de aplicações	A especificação do material é apropriada	O direcionamento/ posição do elemento de fixação está correto	O comprimento do parafuso está correto	Método de bloqueio é o adequado	O torque está correto	A rosca não está deteriorada	A cabeça do parafuso não está deteriorada	A condição de porca está OK	Controle visual é aplicado
1	Manipulo da Rosca de entrada	2	Ponto 2												
2	Pino de fixação da eixo principal	2	Ponto 4												
3	Triclamp	2	Ponto 2												
5	Restritor	2	Ponto 3												
6	Triclamp do medidor de vazão	4	Ponto 3												
7	Manipulo do tricample do medidor de vazão	4	Ponto 3												
8	Triclamp da Valvula do medidor de vazão	4	Ponto 3												
9	parafuso - triclamp magueira de ar	8	Ponto 3												
10	Aruela triclamp magueira de ar	2	Ponto 3												
11	Proteção sensor de nível	2	Ponto 1												

Preenchimento da tabela: Normal: N; Defeito: D; NA: não aplicável

Fonte: Dos autores (2022).

Figura 4.21 – Checklist referente aos elementos de fixação dos bocais de tampagem

Inspetor:				Data:												
Equipamento: Bocais de tampagem				Utilização do elemento de fixação				Fixação / método de bloqueio			Status do elemento de fixação				Comentários	
No	Componente	Número de elementos de fixação	Localização	O elemento de fixação é CRÍTICO	O elemento de fixação está faltando	O elemento de fixação é padrão no mesmo tipo de aplicações	A especificação do material é apropriada	O direcionamento/ posição do elemento de fixação está correto	O comprimento do parafuso está correto	Método de bloqueio é o adequado	O torque está correto	A rosca não está deteriorada	A cabeça do parafuso não está deteriorada	A condição de porca está OK	Controle visual é aplicado	
1	Parafuso	20/bocal	Bocais de tampagem													
2	Porca	20/bocal	Bocais de tampagem													
3	Engate de ar comprimido	20/bocal	Bocais de tampagem													

Preenchimento da tabela: Normal: N; Defeito: D; NA: não aplicável

Fonte: Dos autores (2022).

A segunda proposta sugere um procedimento, em formato de instrução de trabalho, que demonstre ao operador a correta execução da ação. Sendo assim, um único procedimento para Troca de Bicos da Envasadeira e Troca de Bocais de Tampagem da Envasadeira, especificando a correta troca dos componentes e garantindo a segurança do operador. A instrução de trabalho criada visa não somente a troca dos componentes citados, como também todas as partes do equipamento para um *Switch Time*. O procedimento pode ser visualizado no Apêndice I.

4.5 Fase de Controle

Para a fase de controle, faz-se necessário estabelecer bases e ferramentas que garantam a performance dos planos de ação desenvolvidos durante etapa de melhoria. Espera-se, dessa forma, a melhoria do desempenho dos processos, aumentando a produtividade, eliminando os desperdícios e melhorando a satisfação dos trabalhadores.

Para tal, métodos já implementados dentro da empresa serão utilizados e novos serão sugeridos de maneira a garantir a performance dos planos de ação criados a partir da padronização.

4.5.1 Banco de Dados

Torna-se necessário uma coleção organizada de informações a ser armazenada eletronicamente, possibilitando o registro histórico de manutenção dos equipamentos e ordens de manutenção. O sistema já existe, e é gerenciado por um *software* ERP, permitindo visualizar o tipo de manutenção realizada (corretiva ou preventiva), o motivo da parada e a sua respectiva duração juntamente com seu custo e as manutenções futuras a serem executadas de acordo com os planos preventivos elaborados.

Com tal modelo de gerenciamento, o responsável pela manutenção possui uma base para tomadas de decisões, proporcionando melhores possibilidades de rentabilidade, manejo de recursos e mão-de-obra, bem como melhorias nos equipamentos de toda linha produtiva, não somente a máquina de envase. Uma planilha eletrônica similar à exportada pelo sistema ERP da companhia é mostrada na Figura 4.22, sendo possível visualizar todas as informações relacionada à cada ordem de serviço de manutenção executada.

Figura 4.22 – Planilha de controle de ordens de serviço de manutenção similiar a da empresa estudada

LOGO DA EMPRESA		Ordem de Serviços Nº		1096	
TAG: Camara_01		Descrição do equipamento: Camara			
Motivo:					
Tipo de serviço: <input checked="" type="checkbox"/> CORRETIVA <input type="checkbox"/> PREVENTIVA <input type="checkbox"/> MELHORIA <input type="checkbox"/> PREDIAL					
Parou a máquina?		Causa:(Conferir no verso)			
Descrição do serviço a ser realizado:					
Defeito na porta.					
Descrição do serviço realizado:					
Início da Ocorrência		Data: ____/____/____	Hora: ____:____	Mão de Obra	
Início do Conserto		Data: ____/____/____	Hora: ____:____	Nome	Data:
				Tempo	Regime

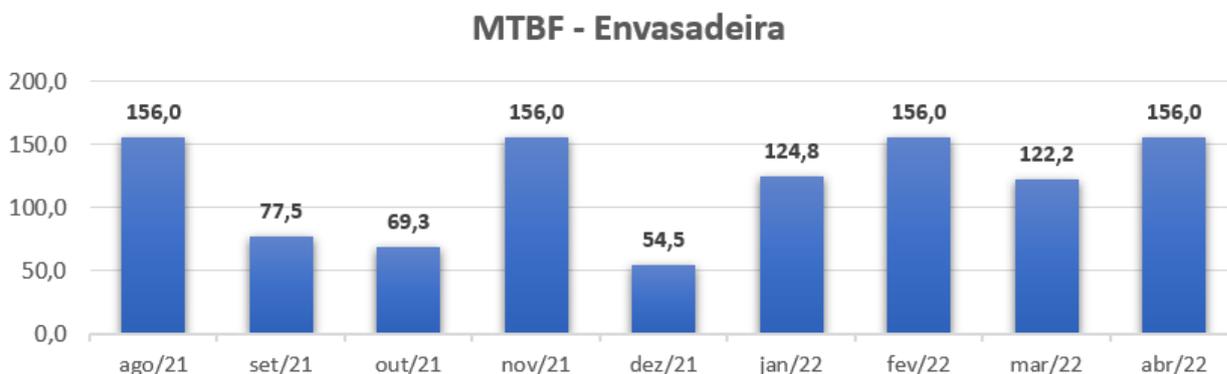
Fonte: Dos autores (2022)

4.5.2 Indicadores de Desempenho de Manutenção

Como forma de avaliação de desempenho dos planos de ação e do desempenho do processo, um controle mensal de indicadores de manutenção será criado, haja vista a facilidade de consulta de dados devido ao *software* tipo ERP da empresa, que armazena todo o histórico de dados de manutenção necessário.

O primeiro indicador a ser monitorado mensalmente é o MTBF (Tempo Médio entre Falhas), que possui relação direta com a manutenção e os planos preventivos propostos. Conforme Garcia e Nunes (2014), é um sinal positivo quando o valor de MTBF aumenta ao longo do tempo, pois indica que o número de intervenções corretivas diminui e, conseqüentemente, o total de horas disponível para a operação aumenta. O indicador MTBF relativo à máquina de envase foi calculado utilizando valores da operação internos ao banco de dados da empresa, com base no tempo total de operação e o número de paradas, conforme representado na Figura 4.23.

Figura 4.23 – Indicador MTBF relativo à envasadeira do período de agosto de 2021 até abril de 2022

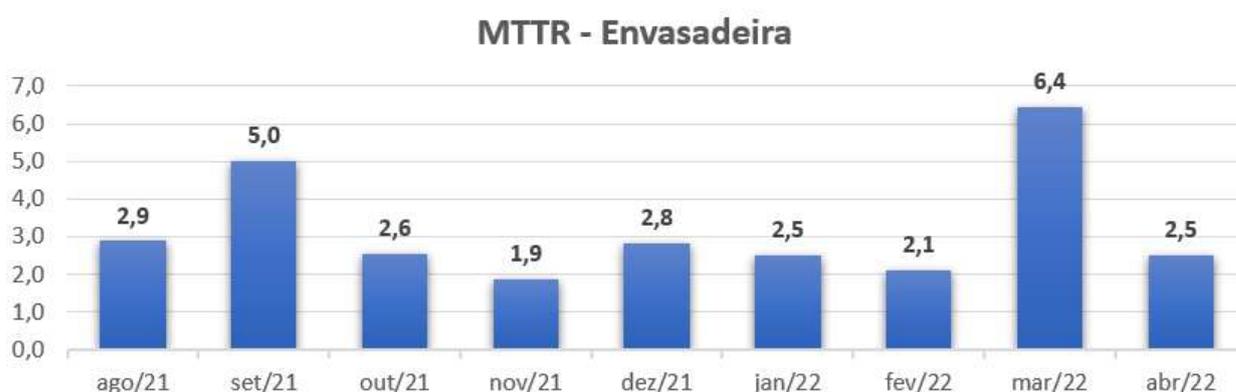


Fonte: Dos autores (2022).

Observa-se que os quatro valores de menor MTBF correspondem aos meses em que o IDL apresentou os resultados abaixo da meta, indicando um número maior de paradas quando comparado aos meses restantes, haja vista que, em média, todos os meses apresentam o mesmo valor de tempo de operação.

Em seguida, construiu-se o gráfico de MTTR (Tempo Médio para Reparo), de maneira a monitorar o tempo necessário para se reparar um equipamento durante uma parada. Um alto valor de MTTR para um determinado mês significa que houve um gasto de tempo alto para retorno do equipamento à condição básica, o colocando novamente em funcionamento. O resultado para os meses de agosto de 2021 até abril de 2022 é evidenciado na Figura 4.24.

Figura 4.24 – Indicador MTTR relativo à envasadeira do período de agosto de 2021 até abril de 2022

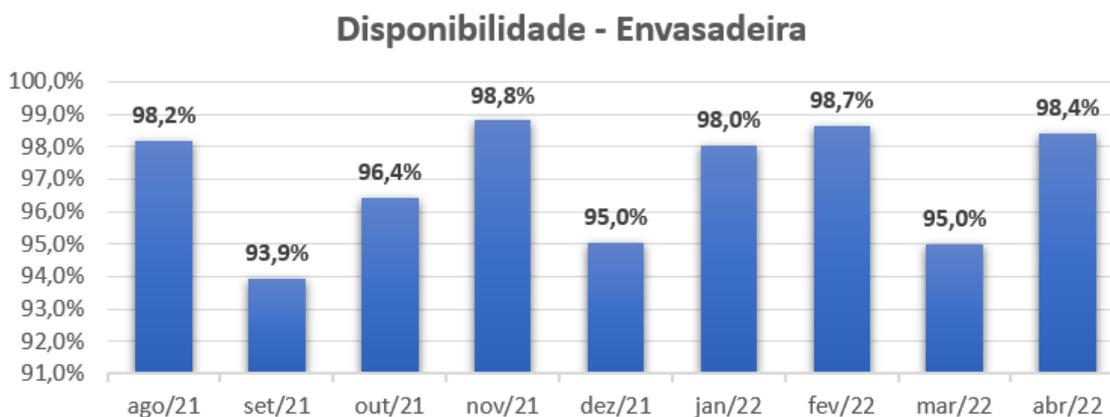


Fonte: Dos autores (2022).

Idealmente, para que um equipamento opere o durante o maior tempo possível, deve apresentar o maior valor possível para MTBF e o menor para MTTR (GARCIA;NUNES, 2014). Nesse cenário, o equipamento funcionaria com um disponibilidade próxima aos 100%. Sendo assim, construiu-se o gráfico de disponibilidade referente à máquina de envase para o período

trabalhado e, conforme evidenciado na Figura 4.25, nota-se que a disponibilidade da envaseira apresentou os menores valores quando o MTBF foi baixo.

Figura 4.25 – Indicador Disponibilidade relativo à envaseira do período de agosto de 2021 até abril de 2022



Fonte: Dos autores (2022).

Sendo assim, o monitoramento dos indicadores é fundamental para controle do processo, devendo ser acompanhado mensalmente para melhor visualização das perdas da operação e, principalmente, que planos de ação sejam desenvolvidos à medida que os indicadores mostrem queda de disponibilidade do equipamento, além de evidenciar a efetividade dos planos preventivos elaborados neste trabalho.

4.5.3 Estimativa Econômica

Para o estudo econômico, os dados foram retirados do sistema de *ERP* juntamente com o time de estratégia de mercado e preços, no qual, obteve-se os dados necessários para o estudo de precificação, custos, vendas e lucro. Os dados que foram necessários para esse estudo foram os valores de custo de produção para um shampoo e um condicionador, a quantidade que a linha produz por minuto e os custos das embalagens, essas informações serão constadas no Quadro 4.6. Outros dados, divulgado pela própria companhia, visto que teremos dois cenários, que foi denominado como linhas de produtos no presente trabalho, foram as margens de lucros que os produtos possuem quando vão para os clientes diretos da companhia, visto que uma linha está relacionada a um produto premium da companhia e a segunda linha está relacionada a um produto mais promocionado quando se trata de vendas para o cliente final, possuindo margens de lucro de 45% e 35%, respectivamente.

Quadro 4.6 – Preço da Fábrica por Unidades - Shampoos e Condicionadores

Descrição	Preço Produção/Unidade
FRASCO SHAMPOO/CONDICIONADOR- 400ML	R\$ 0.55
SHAMPOO LINHA 1 - 400ML	R\$ 2.50
CONDICIONADOR LINHA 1 - 400ML	R\$ 2.64
SHAMPOO LINHA 2 - 400ML	R\$ 3.68
CONDICIONADOR LINHA 2 - 400ML	R\$ 2.16

Fonte: Dos autores (2022).

Além dos dados acima, também foi necessário trazer qual foi a performance da linha durante os meses, sabendo assim, quanto tempo, em porcentagem, a linha funcionará no período de trinta dias e essas informações estarão presente no Quadro 4.7.

Quadro 4.7 – Relação entre as Performances e Metas da linha produtiva.

Mês/Ano	Jan.22	Fev.22	Mar.22	Abr.22	Mai.22	Jun.22	Jul.22	Ago.22	Set.22	Out.22	Nov.22	Dez.22
Performance	81.5%	82.1%	80.4%	82.1%	79.7%	80.8%	83.5%	78.7%	81.2%	83.7%	84.1%	84.8%
Meta	80%	80%	80%	80%	80%	80%	83%	83%	83%	83%	83%	83%
Mês/Ano	Jan.21	Fev.21	Mar.21	Abr.21	Mai.21	Jun.21	Jul.21	Ago.21	Set.21	Out.21	Nov.21	Dez.21
Performance	84.5%	84.9%	85.5%	86.1%	84.2%	86.9%	85.8%	84.1%	85.8%	83.9%	83.5%	87.2%
Meta	83%	83%	83%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%

Fonte: Dos autores (2022).

Para a análise em questão, estará disponível no trabalho a performance do ano atual e do ano anterior, para que pudesse haver uma comparação entre eles e com isso saber se está havendo evolução da linha, com os meses subsequentes se tratando de uma projeção, visto a demanda, investimentos e aplicação das ferramentas. Pode-se analisar com as informações que 91.7% dos meses de 2022 se apresentaram com uma performance superior ao ano de 2021, sabendo-se então que a linha está passando por melhorias constantes e significativas durante esses períodos.

Considerando que a linha de produção faça o envase de 250 litros por minuto e seu funcionamento acontece de segunda a sábado, pode-se utilizar a Equação 3.2 para calcular as unidades, tendo que a produção de shampoos e condicionadores se comportam da mesma maneira e os frascos são do mesmo tamanho. Chegando-se assim na quantidade de envases/-produtos que a linha em questão consegue produzir com 84.5% de performance ao mês, em 26 dias, produzindo 24 horas por dia e realizando o envase de embalagens de 400mL que é de 3 milhões de produtos por mês.

Para os cálculos de gastos que há na linha de produção, destaca-se o custo das embalagens e os custos com a fabricação, para isso utiliza-se da quantidade que foi produzida no mês e o valor por embalagem e o valor da fabricação, para um cenário de média de custos foi considerado que o custo da embalagem tem o valor de duas vezes o dos frascos, visto que além deles temos as tampas e os rótulos, obtido pela Equação 3.3.

Já para os gastos com a produção em geral, foi considerado o preço de produção por unidades e um 40% a mais do custo geral de produção, pois no custo de preço por unidade não está considerando os custos com operadores e manutenção da linha, desse modo segue exemplo de cálculo com gastos da produção, visto que essa manufatura 80% do seu tempo produz shampoos e 20% condicionadores, previsto na Equação 3.4.

Com os custos já calculados e para chegar ao lucro da empresa torna-se necessário calcular qual é o valor da venda bruta dos produtos, sabendo-se a margem que os produtos estão inseridos no mercado conforme descrição acima é possível encontrar o valor de venda que a indústria manufatureira aplica a fazer essa transação para os distribuidores. Com isso o valor médio de shampoos e condicionadores das diferentes linhas para a companhia passa a agregar os custos que não estão no preço por produto por unidade, sendo calculado novamente como uma média, conforme Equação 3.5 e demonstrados os valores médios no Quadro 4.8.

Quadro 4.8 – Preço médio de Shampoos e Condicionadores por Linha de Produto.

Descrição	Preço médio Produção/Unidade
SHAMPOO/CONDICIONADOR- 400ML – LINHA 1	R\$ 4.63
SHAMPOO/CONDICIONADOR- 400ML – LINHA 2	R\$ 5.81

Fonte: Dos autores (2022).

A partir desse valor médio calculado, foi possível calcular qual seria a venda bruta dos produtos aplicando as margens de lucro sobre cada produto, Equação 3.6, e por fim, para ter uma noção dos impactos que esses produtos causam no mercado brasileiro de bens de consumo, foi calculado a venda ponta, que seria as vendas que os pontos de vendas realizam com os valores finais, com as margens da indústria, distribuidores e pontos de vendas aplicadas e impostos, Equação 3.7. Por fim, calculou-se também o lucro da empresa que é possível obter segundo a Equação 3.8. Com todas as informações foi-se possível chegar em uma tabela para cada linha de produtos que agregam todas estes elementos conforme Quadro 4.9.

Quadro 4.9 – Tabela com dados econômicos da companhia em questão.

LINHA 1								
Métrica	Performa	Met:	Unidades	Custo/emballa	Custo/produç.	Venda bruta	Venda ponta	Lucro industria
jan.21	82%	80%	3,051,360.00	3,325,982.40	10,792,811.67	25,670,534.67	73,202,126.40	11,551,740.60
fev.21	82%	80%	3,073,824.00	3,350,468.16	10,872,267.95	25,859,520.20	73,741,037.76	11,636,784.09
mar.21	80%	80%	3,010,176.00	3,281,091.84	10,647,141.82	25,324,061.19	72,214,122.24	11,395,827.54
abr.21	82%	80%	3,073,824.00	3,350,468.16	10,872,267.95	25,859,520.20	73,741,037.76	11,636,784.09
mai.21	80%	80%	2,983,968.00	3,252,525.12	10,554,442.82	25,103,578.07	71,585,392.32	11,296,610.13
jun.21	81%	80%	3,025,152.00	3,297,415.68	10,700,112.67	25,450,051.55	72,573,396.48	11,452,523.20
jul.21	84%	83%	3,126,240.00	3,407,601.60	11,057,665.94	26,300,486.44	74,998,497.60	11,835,218.90
aug.21	79%	83%	2,946,528.00	3,211,715.52	10,422,015.68	24,788,602.19	70,687,206.72	11,154,870.98
set.21	81%	83%	3,040,128.00	3,313,739.52	10,753,083.53	25,576,041.90	72,932,670.72	11,509,218.86
out.21	84%	83%	3,133,728.00	3,415,763.52	11,084,151.37	26,363,481.62	75,178,134.72	11,863,566.73
nov.21	84%	83%	3,148,704.00	3,432,087.36	11,137,122.22	26,489,471.97	75,537,408.96	11,920,262.39
dez.21	85%	83%	3,174,912.00	3,460,654.08	11,229,821.22	26,709,955.09	76,166,138.88	12,019,479.79
jan.22	85%	83%	3,163,680.00	3,448,411.20	11,190,093.08	26,615,462.32	75,896,683.20	11,976,958.05
fev.22	85%	83%	3,178,656.00	3,464,735.04	11,243,063.93	26,741,452.68	76,255,957.44	12,033,653.71
mar.22	86%	83%	3,201,120.00	3,489,220.80	11,322,520.22	26,930,438.21	76,794,868.80	12,118,697.19
abr.22	86%	85%	3,223,584.00	3,513,706.56	11,401,976.50	27,119,423.74	77,333,780.16	12,203,740.68
mai.22	84%	85%	3,152,448.00	3,436,168.32	11,150,364.94	26,520,969.56	75,627,227.52	11,934,436.30
jun.22	87%	85%	3,253,536.00	3,546,354.24	11,507,918.21	27,371,404.45	78,052,328.64	12,317,132.00
jul.22	86%	85%	3,212,352.00	3,501,463.68	11,362,248.36	27,024,930.98	77,064,324.48	12,161,218.94
aug.22	84%	85%	3,148,704.00	3,432,087.36	11,137,122.22	26,489,471.97	75,537,408.96	11,920,262.39
set.22	86%	85%	3,212,352.00	3,501,463.68	11,362,248.36	27,024,930.98	77,064,324.48	12,161,218.94
out.22	84%	85%	3,141,216.00	3,423,925.44	11,110,636.80	26,426,476.79	75,357,771.84	11,891,914.56
nov.22	84%	85%	3,126,240.00	3,407,601.60	11,057,665.94	26,300,486.44	74,998,497.60	11,835,218.90
dez.22	87%	85%	3,264,768.00	3,558,597.12	11,547,646.35	27,465,897.22	78,321,784.32	12,359,653.75
LINHA 2								
metrica	performa	meta	unidades	custo/emballa	custo/produç.	venda bruta	venda ponta	lucro industria
jan.21	82%	80%	3,051,360.00	3,325,982.40	14,410,909.30	27,287,525.70	64,242,172.87	9,550,633.99
fev.21	82%	80%	3,073,824.00	3,350,468.16	14,517,001.89	27,488,415.46	64,715,121.38	9,620,945.41
mar.21	80%	80%	3,010,176.00	3,281,091.84	14,216,406.23	26,919,227.81	63,375,100.59	9,421,729.73
abr.21	82%	80%	3,073,824.00	3,350,468.16	14,517,001.89	27,488,415.46	64,715,121.38	9,620,945.41
mai.21	80%	80%	2,983,968.00	3,252,525.12	14,092,631.55	26,684,856.42	62,823,327.33	9,339,699.75
jun.21	81%	80%	3,025,152.00	3,297,415.68	14,287,134.62	27,053,154.31	63,690,399.60	9,468,604.01
jul.21	84%	83%	3,126,240.00	3,407,601.60	14,764,551.25	27,957,158.23	65,818,667.91	9,785,005.38
aug.21	79%	83%	2,946,528.00	3,211,715.52	13,915,810.58	26,350,040.15	62,035,079.81	9,222,514.05
set.21	81%	83%	3,040,128.00	3,313,739.52	14,357,863.01	27,187,080.82	64,005,698.61	9,515,478.29
out.21	84%	83%	3,133,728.00	3,415,763.52	14,799,915.44	28,024,121.48	65,976,317.41	9,808,442.52
nov.21	84%	83%	3,148,704.00	3,432,087.36	14,870,643.83	28,158,047.99	66,291,616.42	9,855,316.80
dez.21	85%	83%	3,174,912.00	3,460,654.08	14,994,418.52	28,392,419.38	66,843,389.68	9,937,346.78
jan.22	85%	83%	3,163,680.00	3,448,411.20	14,941,372.22	28,291,974.50	66,606,915.43	9,902,191.07
fev.22	85%	83%	3,178,656.00	3,464,735.04	15,012,100.61	28,425,901.00	66,922,214.43	9,949,065.35
mar.22	86%	83%	3,201,120.00	3,489,220.80	15,118,193.20	28,626,790.76	67,395,162.95	10,019,376.77
abr.22	86%	85%	3,223,584.00	3,513,706.56	15,224,285.78	28,827,680.52	67,868,111.46	10,089,688.18
mai.22	84%	85%	3,152,448.00	3,436,168.32	14,888,325.93	28,191,529.62	66,370,441.17	9,867,035.37
jun.22	87%	85%	3,253,536.00	3,546,354.24	15,365,742.56	29,095,533.54	68,498,709.47	10,183,436.74
jul.22	86%	85%	3,212,352.00	3,501,463.68	15,171,239.49	28,727,235.64	67,631,637.20	10,054,532.48
aug.22	84%	85%	3,148,704.00	3,432,087.36	14,870,643.83	28,158,047.99	66,291,616.42	9,855,316.80
set.22	86%	85%	3,212,352.00	3,501,463.68	15,171,239.49	28,727,235.64	67,631,637.20	10,054,532.48
out.22	84%	85%	3,141,216.00	3,423,925.44	14,835,279.64	28,091,084.74	66,133,966.91	9,831,879.66
nov.22	84%	85%	3,126,240.00	3,407,601.60	14,764,551.25	27,957,158.23	65,818,667.91	9,785,005.38
dez.22	87%	85%	3,264,768.00	3,558,597.12	15,418,788.85	29,195,978.42	68,735,183.73	10,218,592.45

Fonte: Dos autores (2022).

Com todos esses valores já obtidos para efeitos de acompanhamentos das linhas e da evolução da área de manufatura da empresa foi desenvolvido um *dashboard*, Figura 4.26, que possui como base de dados o Quadro 4.9, trazendo uma maneira mais interativa e dinâmica para

que seja possível realizar o acompanhamento das métricas, indicadores de paradas e preços que foram julgados de suma importância para o estudo econômico, visto que como companhia a busca é pela disponibilidade da linha visando lucro, a partir das melhorias aplicadas partindo-se das ferramentas nessa área manufatureira de bens de consumo.

Figura 4.26 – Dashboard para acompanhamento dos indicadores econômicos - Linha 1 - Mai.22.



Fonte: Dos autores (2022).

Por fim, para efeito de comparação e análise, foi realizado um acompanhamento das mesmas métricas e do mês similar para as diferentes linhas de produtos, Figura 4.27, com isso, podendo entender o que o estudo dos dois casos de linhas traz de diferenças e métricas a serem analisadas no mercado.

Figura 4.27 – Dashboard para acompanhamento dos indicadores econômicos - Linha 2 - Mai.22.



Fonte: Dos autores (2022).

Podendo chegar a uma análise que não só o tempo em que a linha produz, gerará lucro a companhia mas também a sua margem sobre o produto. Cruzando as informações do Quadro 4.9 com a Figura 4.26 e Figura 4.27, têm-se que o custo de produção e a venda bruta para a Linha 2 é superior a Linha 1, mas seu lucro e a venda ponta são menores, isso está diretamente relacionado com a margem e o valor que os pontos de vendas colocam sob o produto, como explicado acima a Linha 2 possui bem mais promoção que a Linha 1, fazendo com o valor agregado do produto diminua, dessa maneira podendo-se confirmar o que o *dashboard* traz de informações de maneira clara e objetiva. Outro ponto a ser destacado no *Dashboard* é o tempo de retorno do investimento, ou seja, *Cashback* que foi computacionado através da Equação 3.9 e disponibilizado de maneira visual no *Microsoft Excel*.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho, realizou-se todo o processo necessário para definir as causas raízes de perdas ao longo de um processo produtivo de envase de *shampoos* e condicionadores, a partir da utilização de ferramentas de Produção Enxuta.

Com a definição da problemática, foi possível a montagem de um diagrama de espinha de peixe para a correta identificação das causas e efeitos que levaram a empresa a apresentar o Indicador de Disponibilidade de Linha (IDL) abaixo da meta de 85% durante os meses de agosto, setembro e dezembro de 2021 e abril de 2022. Ainda assim, foi possível medir a frequência das causas identificadas durante os meses, sendo possível concentrar esforços nos problemas de maiores ocorrências, dos quais foram Máquina e Método.

Além disso, com o histórico disponibilizado pela empresa estudada, foi possível analisar e identificar as causas raízes dos problemas de maior incidência encontrados a partir do Diagrama de Pareto construído. Tornou-se necessário, portanto, a elaboração de um plano de ação para corrigir as falhas de processo e máquina, bem como a criação de procedimento para execução de atividades de *Switch Time*.

De forma geral, conclui-se que os objetivos iniciais do trabalho foram alcançados, visto que a construção da solução foi desenvolvida até a etapa de identificação de causas raízes. Uma vez que foi determinada a aplicação do ciclo DMAIC por completo, a elaboração da proposta de um plano de ação para mitigação das causas e um sistema de controle que evite as suas reincidências é contemplado nas fases de Melhoria e Controle do ciclo.

Em paralelo, um estudo econômico foi realizado, analisando-se questões relacionadas a custo, venda, lucro e o quanto a performance do indicador de IDL impacta sobre as questões econômica. Isto é, foi possível determinar lucros devido à aumento do indicador de IDL ou prejuízos devido à paradas de linha não planejada, trazendo de maneira mais detalhada quais são as fontes primárias de custos e lucro, quais são os modelos que o time de precificação se impõe no mercado para obter lucros e ainda sim, apresentando um *dashboard* no qual é possível acompanhar de maneira dinâmica quais são os pontos positivos e negativos por data e duas linhas de produtos.

Além disso, foi realizado o compartilhamento com a liderança da empresa a análise e proposta de melhoria realizada, com o intuito de aumentar sua produtividade, sendo um projeto real de estudo.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC. Panorama Do Setor De HPPC. Associação Brasileira Da Indústria De Higiene Pessoal, Perfumaria E Cosméticos, 2022.

AHUJA, Ritu; SAWHNEY, Anil; ARIF, Mohammed. Driving lean and green project outcomes using BIM: A qualitative comparative analysis. *International Journal of Sustainable Built Environment*, v. 6, n. 1, p. 69–80, 2017.

ALMEIDA, Lucas da Costa *et al.* BPMN e ferramentas da qualidade para melhoria de processos: um estudo de caso. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 14, n. 4, p. 156, 2019.

ALMEIDA, Renan Torquato; LOOS, Mauricio Johnny. Utilização da ferramenta Kaizen em uma indústria de alimentos e seus ganhos. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 15, n. 1, p. 23, 2020.

ALVES, Érika Andrade Castro. O PDCA como ferramenta de gestão da rotina. In: XI Congresso nacional de excelência em gestão. 2015. p. 1-12.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 07, DE 10 DE FEVEREIRO DE 2015. Dispõe sobre os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes e dá outras providências.

AREIAS, Isac Antônio dos Santos; DA SILVA, Luiz Eduardo Borges; BONALDI, Erik Leandro; OLIVEIRA Levy Ely de Lacerda de; LAMBERT-TORRES, Germano; BERNARDES, Vitor Almeida. 2019. "Evaluation of Current Signature in Bearing Defects by Envelope Analysis of the Vibration in Induction Motors" *Energies* 12, no. 21: 4029.

ARNHEITER, Edward D.; GREENLAND, Jean E.. Looking for root cause: a comparative analysis. *The Tqm Journal*, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 18-30, 11 jan. 2008. Emerald.

ASG GROUP. Manual de Manutenção e Utilização - Envasadeiras e Tampadeiras de Séries A e B. 2015.

BELAYUTHAM, Sheila; GONZÁLEZ, Vicente A.; YIU, Tak Wing. Clean-lean administrative processes: a case study on sediment pollution during construction. *Journal of Cleaner Production*, v. 126, p. 134–147, 2016.

BERTSCHE, B. *Reliability automotive and mechanical engineering*. Berlin: Springer. 2008

BRANCO FILHO, Gil. *Indicadores e índices de manutenção*. Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna, 2006. 148 p.

CARVALHO, S. B. *Aplicação de métodos e ferramentas da qualidade no setor de envase em uma organização do segmento de cosméticos*. 2018. 72p. Dissertação (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

CORRÊA, Rodrigo Fernandes; DIAS, Acires. Modelagem matemática para otimização de periodicidade nos planos de manutenção preventiva. *Gestão Produção*, v. 23, p. 267-278, 2016.

CRQ – Conselho Regional de Química, 2021. *Atribuições Engenheiro Químico*. Disponível em: <<http://crq3.org.br/atribuicoes-do-quimico/>>. Acesso em: 14 de março de 2022.

CRUZ, Nuno Miguel Pereira da. *Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plásticos*. 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade do Minho, Minho, 2013.

CUNHA, Olga Maria Castro. Implementação da metodologia 5S e análise de Tempos e Métodos numa linha de montagem de carroçarias. 2012. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012.

DA COSTA, P. R. Aplicação da ferramenta Quality Function Deployment (QFD) integrada a matriz de importancia-desempenho em uma empresa varejista do segmento de chinelos. 2019. 72p. Dissertação – Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2019.

DAYCHOUM, Merhi. 40+ 20 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento. Brasport, 2018.

DAYCHOUW, Merhi. 40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento. Brasport, 2007.

DE OLIVEIRA, Paulo Ellery Alves et al. Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade: um caso no setor alimentício. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, v. 7, n. 12, p. 20-30, 2019.

DEPONTI, C.M., ECKERT, C., AZAMBUJA, J.L.B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre: 2002, v.3. n.4. p.44-52.

DINIZ, Écio Souza; THIELE, Jan. Modelos de Regressão em R. 2. ed. Viçosa: Câmara Brasileira do Livro, 2021.

FRAGA, Daniel. O que é o Método DMAIC? Entenda a sua importância para o Lean Six Sigma! 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/metodo-dmaic>. Acesso em: 02 mar. 2022.

GARCIA, Fabiano Luiz; NUNES, Fabiano de Lima. Proposta de implantação de manutenção preventiva em um centro de usinagem vertical: um estudo de caso. Revista Tecnologia e Tendências, v. 9, n. 2, p. 88-115, 2014

GERMANOVA-KRASTEVA, Diana; DIMCHEVA, Irena. Analysis of defects and their impact on the production losses using Pareto diagrams. E3S Web Conf.. Sofia, p. 3007-3017. nov. 2020.

GONÇALVES, Luis Felipe Vieira. A redução de problemas de qualidade através da utilização do método ciclo PDCA: Um estudo de caso na indústria cosmética. In: VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2011

GUPTA, Shaman; JAIN, Sanjiv Kumar. An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company. International Journal Of Lean Six Sigma, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 73-88, 2 mar. 2015. Emerald. 2011

HIRATA, H. S. Sobre o modelo japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho. São Paulo: Edusp. 1993.

MARIANI, Celso Antonio. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. RAI-Revista de Administração e Inovação, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005.

IMMERMAN, Graham. 3 Ways OEMs Can Leverage Industrial IoT. Machine Design. Northampton. fev. 2019.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio de Aquino. Manutenção – Função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KUME, H. Métodos Estatísticos para melhoria da qualidade. São Paulo: Gente, 1993.

LINS, Bernardo FE. Ferramentas básicas da qualidade. Ciência da Informação, v. 22, n. 2, 1993.

MACÊDO, Jorge Alberto Gomes de. Planejamento e controle da manutenção preventiva como meios para diminuir a manutenção corretiva. 2015.

MIRSHAWKA, V. Manutenção Preditiva - caminho para zero defeitos. São Paulo: Makron Books Mc Graw-hill, 1991.

MONTGOMERY, D. C.. A Modern framework for achievement enterprise excellence. International Journal of Lean Six Sigma, v. 1, n. 1, p. 56-65, 2010.

NASCIMENTO, A. F. G. A utilização da metodologia do ciclo PDCA no gerenciamento da melhoria contínua. Monografia (MBA em Gestão Estratégica da Manutenção, Produção e Negócios), Faculdade Pitágoras. São João Del Rey, 2011

Neely, A., Gregory, M. and Platts, K. (1995), "Performance measurement system design: A literature review and research agenda", International Journal of Operations Production Management, Vol. 15 No. 4, pp. 80-116.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. Técnicas de manutenção preditiva-vol. 1. Editora Blucher, 2014.

NUNES, Enon Laércio et al. Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada. 2001.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLAWUMI, Timothy O.; CHAN, Daniel W.M. Identifying and prioritizing the benefits of integrating BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. Sustainable Cities and Society, v. 40, n. p. 16–27, March 2018.

PASCHOAL, Débora Rodrigues de Souza. Disponibilidade e confiabilidade: Aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade. 2009.

PEREIRA, Mario Jorge. Engenharia de manutenção: teoria e prática. 2 ed. rev. Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna, 2011. 228 p.

PICCHIA, D.; FERRAZ JUNIOR, SAULO; SARAIVA, M. I. N. Ferramentas aplicadas a qualidade: estudo comparativo entre Literatura e as Práticas das Micro e pequenas empresas (MPES). Revista de Gestão e Projetos, Rio de Janeiro, v.6, n.3, Set/Dez.2015.

PESTANA, Marcelo Diniz et al. Aplicação integrada da matriz GUT e da matriz da qualidade em uma empresa de consultoria ambiental. Um estudo de caso para elaboração de propostas de melhorias. GESTÃO DE SERVIÇOS, p. 6, 2016.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo Qualidade Padrão Seis Sigma. Elsevier Brasil, 2014.

SABINO, Cláudia de Vilhena Schayer et al. O uso do diagrama de Ishikawa como ferramenta no ensino de ecologia no ensino médio. Educação Tecnologia, v. 14, n. 3, 2011.

SILVA, Humberto Denys de Almeida et al. Proposta de utilização da ferramenta fluxograma para mapeamento dos processos aliado ao Planejamento e Controle da Produção (PCP) em uma fábrica de estofados. Research, Society and Development, v. 10, n. p.3

SLACK, Nigel; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

Smith, A. M. (2004). RCM: gateway to world class maintenance. Oxford: Elsevier.

STAN, L.; MARASCU, K. V.; Techniques to reduce costs sustainable quality in the industrial companies. 8th International DAAAM Baltic Conference "INDUSTRIAL ENGINEERING", 2012.

SUPPLY, Creative Safety. Lean and 5S Supplies, 2022.

Disponível em: <https://www.creativesafetysupply.com/Lean-Supplies/> Acesso em: 07 set. 2022.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. Manutenção Produtiva Total. São Paulo: Instituto Iman, 2000.

ULUSKAN, Meryem; ODA, Ezgi Pinar. A thorough Six Sigma DMAIC application for household appliance manufacturing systems. The Tqm Journal, [S.L.], v. 32, n. 6, p. 1683-1714, 11 mar. 2020. Emerald.

TRINCA, Luzia A.; GILMOUR, Steven G.. Difference Variance Dispersion Graphs for Comparing Response Surface Designs with Applications in Food Technology. Journal Of The Royal Statistical Society. Botucatu, p. 441-455. fev. 1999.

VENANZI, Délvio; LAPORTA, Bruna Pires. Lean six sigma. South American Development Society Journal, v. 1, n. 2, p. 66-84, 2015.

VERGUEIRO, Waldomiro. Qualidade em serviços de informação. São Paulo: Arte Ciência, 2002

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM: planejamento e controle da manutenção. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2002. 167 p.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM: planejamento e controle da manutenção. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2002. 167 p.

VIEIRA, Sonia. Estatística para a qualidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014

WOMACK, J. P., Jones, D. T., Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.

WOMACK, J. P., Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. New York, USA: Simon Schuster.

WRIGHT, Steven C. Wheel; Manufacturing strategy: defining the missing link. *Strategic management journal*, v. 5, n. 1, p. 77-91, 1984

ZARDO, Leonilda Maria Picoli; BAUM, Marcos Sebastião; GIENORSKI, Luis Carlos. A IMPORTÂNCIA DOS CUSTOS DA QUALIDADE NA GESTÃO EMPRESARIAL. VI Congresso Brasileiro de Custos, São Paulo, v. 6, p. 200-218, jun. 1999.

ZHAO, Yuntian; TOOTHMAN, Maxwell; MOYNE, James; BARTON, Kira. An Adaptive Modeling Framework for Bearing Failure Prediction. *Electronics*, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 257, 14 jan. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/electronics11020257>.

APÊNDICE I

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

RISCOS	 <p>PROJEÇÃO DE PARTICULAS MECÂNICO ENERGIA PERIGOSA</p>
EPIs	
Pré-trabalho: Reunir todas as ferramentas e peças envolvidas na manutenção.	

Esse procedimento está dividido em duas partes:

1. Procedimento de Execução do Pré-Trabalho de conexão de lote (Turno do Switch Time)
2. Procedimento de Execução das Trocas físicas

É importante ressaltar que o pré-trabalho das peças de Switch Time já deverá ter sido efetuado pelo turno anterior e as peças disponibilizadas na linha para agilizar a execução da atividade

1 - Procedimento de Execução de Pré-Trabalho de conexão de lote:

Essa etapa de pré-trabalho deve ser executada até o final do último lote antes do **SWITCH TIME**. Essa é a parte do ST que pode ser feita com a linha rodando e sem impacto em IDL.

Passo a passo do procedimento de Execução				
Procedimento Seguro	RISCO/EPI	Padrão Técnico	Ferramenta	Tempo
1. Verificar se o próximo lote já está liberado para envase.		N/A	N/A	1 min

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>2. Conectar o lote seguinte no IHM</p>		N/A	N/A	2 min
<p>3. Colocar as peças do Switch Time próximas à máquina e alocar o carrinho de peças em um canto de modo a não obstruir a movimentação na área.</p>		N/A	N/A	3 min
<p>4. Verificar o nível do tanque do tanque de estocagem no IHM, acompanhar com o operador do silo o abastecimento de frascos e tampas e avisar ao time quando o nível do tanque alcançar 15% de nível.</p>		N/A	N/A	1 min

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

2 - Procedimento de Execução das Trocas Físicas

<p>1. Finalizando o lote, passar de AUTO para MANUAL no painel da envasadeira.</p>		N/A	N/A	5 seg
<p>2. Manter botão de emergência acionado durante todo o procedimento.</p>		N/A	N/A	5 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>4. Após o fim do lote selecionar a tela de Regulagem de Altura para levantar CARROSSEL, TAMPADORA E DISTRIBUIDOR.</p>		N/A	N/A	10 seg
<p>5. Pressionar o botão <i>duas setas para cima</i> para levantar o Carrossel, Tampadeira e Distribuidor.</p>		N/A	N/A	30 seg
<p>6. Destravar o kit mudando de OFF para ON.</p>		N/A	N/A	5 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>7. Colocar Cadeado no Disconnect da parte frontal da envasadeira.</p>		N/A	N/A	10 seg
<p>8. Desconectar a ROSCA DE ENTRADA, puxando o manípulo e levantando a alavanca à esquerda.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>9. Recolher a GUIA DE ENTRADA DA ROSCA, puxando o manípulo para cima e empurrando a haste para esquerda.</p>		N/A	N/A	10 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>10. Retirar a ESTRELA DE ENTRADA.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>11. Retirar o contra-pingo, posicionado entre as ESTRELAS DE ENTRADA e INTERMEDIÁRIA.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>12. Retirar a GUIA da ESTRELA DE ENTRADA.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

13. Retirar a GUIA 2 da ESTRELA INTERMEDIÁRIA.		N/A	N/A	15 seg
14. Retirar a GUIA 3 da ESTRELA INTERMEDIÁRIA.		N/A	N/A	15 seg
15. Retirar a 1ª parte da ESTRELA INTERMEDIÁRIA.		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>16. Girar e retirar a 2ª parte da ESTRELA INTERMEDIÁRIA.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>17. Retirar a GUIA DA ESTRELA DE SAÍDA.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>18. Retirar a GUIA DE REJEITO.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>19. Retirar a 1ª parte da ESTRELA DE TAMPAS, destravando os manípulos superiores.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>20. Girar e retirar a 2ª parte da ESTRELA DE TAMPAS, destravando os manípulos superiores.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>21. Retirar a 1ª parte da ESTRELA DE SAÍDA.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>22. Girar e retirar a 2ª parte da ESTRELA DE SAÍDA.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>23. Retirar a parte inferior dos 5 bocais posicionados diretamente na frente.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>24. Desativar o sensor de orientação do PORTÃO DE TAMPAS, desenroscando o cabo do mesmo.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>25. Desacoplar as duas mangueiras de avanço e recuo do cilindro do freio de tampas.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>26. Soltar as travas e retirar o PORTÃO DE TAMPAS.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>27. Soltar as travas e retirar a guia de saída de tampas.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>28. Ir para o outro lado da envasadeira para realizar as trocas da Tampadeira.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>29. Na janela lateral, destravar o manípulo do SENSOR DE FRASCO SEM TAMPA/MAL TAMPADO e levantá-lo.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>30. Retirar as 3 GUIAS DA ESTRELA DA TAMPADEIRA.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>31. Retirar as 3 partes da ESTRELA DE TAMPAS COM GARRAS.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>32. Retirar a parte inferior dos 9 bocais restantes.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>33. Colocar os 8 bocais da tampadeira, começando pelo bocal posicionado mais à direita, verificando ventosa.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>34. Colocar as 3 partes da ESTRELA DE TAMPAS COM GARRAS, combinando o número da posição da marcação visual da estrela com o do bocal. Ex.: Bocal 5 deve estar alinhado com a posição 5 da estrela.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>35. Colocar as 3 GUIAS DA TAMPADORA.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>36. Colocar a GUIA DE REJEITO DE FRASCOS.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>37. Colocar o GATE DE TAMPAS do novo formato, fixando as travas.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>38. Conectar as mangueiras de ar, de acordo com a marcação visual, azul para a mangueira de acionamento do freio de tampas, branco para a mangueira de recuo do freio de tampas, a saída vermelha para o bico soprador superior do túnel de tampas.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>39. Enroscar o sensor de orientação do PORTÃO DE TAMPAS.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>40. Colocar a 1ª parte da ESTRELA DE SAÍDA e, em seguida, a 2ª parte.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>41. Colocar a GUIA 4 DA ESTRELA DE SAÍDA.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>42. Colocar a GUIA 03 DA ESTRELA INTERMEDIÁRIA. Obs: Ela deve ser colocada antes da GUIA DA TAMPADDEIRA.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>43. Colocar a 1ª parte da ESTRELA INTERMEDIÁRIA. Em seguida, girar e colocar a 2ª parte da ESTRELA.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>44. Colocar a GUIA 02 DA ESTRELA INTERMEDIÁRIA.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>45. Colocar a GUIA 01 DA ESTRELA DE ENTRADA.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

46. Colocar a ESTRELA DE ENTRADA.		N/A	N/A	15 seg
47. Colocar o contra-pingo.		N/A	N/A	10 seg
48. Colocar a ROSCA DE ENTRADA, encaixando-a no suporte.		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

<p>49. Voltar a posição da GUIA DE ENTRADA DA ROSCA, puxando o manípulo para cima e empurrando a haste para direita.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>50. Fechar as guardas e retirar o cadeado do <i>DISCONNECT</i>.</p>		N/A	N/A	15 seg
<p>51. Entrar com a nova receita no IHM, selecionando a opção MUDAR FORMATO.</p>		N/A	N/A	15 seg

LOGO E NOME DA EMPRESA	Procedimento de Switch Time – Envasadeira e Tampadeira	Versão		01
	Data:	Autor:		
		Revisor:		

52. Voltar envasadeira para a posição de automático.		N/A	N/A	15 seg
--	---	-----	-----	--------