



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO

AMAZONAS - IFAM

CAMPUS MANAUS CENTRO

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA



MANUTENÇÃO INDUSTRIAL NO PROCESSO PRODUTIVO

MANAUS
2022

GEORGE FELIPE SILVA NOBRE

MANUTENÇÃO INDUSTRIAL NO PROCESSO PRODUTIVO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus - Centro, Departamento Acadêmico de Processos Industriais, Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em engenharia mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis

Co-Orientador: Prof. Msc. Gutemberg da Silva

MANAUS
2022

Biblioteca do IFAM- Campus Manaus Centro

N754m Nobre, George Felipe Silva.

Manutenção industrial no processo produtivo / George Felipe Silva
Nobre. – Manaus, 2022.
42 p.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus
Centro, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis.
Coorientador: Prof. Me. Gutemberg da Silva

1. Engenharia mecânica . 2. Manutenção industrial. 3. Processo
produtivo. I. Reis, Ailton Gonçalves. (Orient.) II. Silva, Gutemberg da.
(Coorie.) III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Amazonas III. Título.

CDD 621

FOLHA DE APROVAÇÃO

GEORGE FELIPE SILVA NOBRE

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título Manutenção Industrial no Processo Produtivo e aprovado em sua forma final pelo Curso.

Manaus, 11 de janeiro de 2022.

Banca Examinadora:

(Assinado digitalmente em 12/01/2022 13:53)

AILTON GONCALVES REIS

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

Matrícula: 709656

(Assinado digitalmente em 19/01/2022 09:39)

MARCELO MARTINS DA GAMA

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

Matrícula: 1348424

(Assinado digitalmente em 11/01/2022 22:35)

PLACIDO FERREIRA LIMA

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

Matrícula: 981395

https://sig.ifam.edu.br/sipac/protocolo/documento/documento_visualizacao.jsf?imprimir=true&idDoc=1023610 20/01/22, 12:42

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifam.edu.br/documentos/> informando seu número: 3, ano:2022, tipo: ATA, data de emissão: 11/01/2022 e o código de verificação: 2930e07e95

RESUMO

Visando a redução de custos e aumento da vida útil dos equipamentos nesta pesquisa foi apresentada ferramentas através da Manutenção Industrial fundamenta na engenharia mecânica para auxiliar na gestão de equipamentos da empresa. Em vista disso a presente pesquisa propõe investigar as possibilidades de intervenção da engenharia mecânica na redução de variação de ritmo que possa impactar positivamente a produtividade e disponibilidade da envasadora de bebida a partir do método DMAIC. Identificando e analisando as causas que levam a variação de ritmo em uma envasadora. Desenvolvendo padrões de partida de linha/envasadora. Atendendo a Produtividade/eficiência em 88%. Procurando reduzir a variação de ritmo na envasadora em 50%. Esta pesquisa também, apresenta uma abordagem quantitativa, qualitativa e pesquisa exploratória. A natureza desta pesquisa classifica-se como aplicada. Tem lógica indutiva. Procedimentos técnicos bibliográfica e o estudo de caso. Os instrumentos de coleta foram os dados do sistema da empresa em que foi realizado a pesquisa. A busca pelos resultados propostos foi realizada por meio da metodologia DMAIC que teve como finalidade a melhoria dos processos na empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia Mecânica. Envasadora. Variação de ritmo. DMAIC.

ABSTRACT

In order to reduce costs and increase the useful life of equipment in this research, tools were presented through Industrial Maintenance based on mechanical engineering to assist in the management of the company's equipment. In view of this, this research proposes to investigate the possibilities of intervention of mechanical engineering in reducing rhythm variation that can positively impact the productivity and availability of the beverage filling machine using the DMAIC method. Identifying and analyzing the causes that lead to rhythm variation in a filling machine. Developing line/filler starter patterns. Meeting Productivity/Efficiency at 88%. Trying to reduce the variation of rhythm in the filling machine by 50%. This research also presents a quantitative, qualitative and exploratory research approach. The nature of this research is classified as applied. It has inductive logic. Bibliographic technical procedures and the case study. The collection instruments were data from the company's system where the research was carried out. The search for the proposed results was carried out using the DMAIC methodology, which aimed to improve processes in the company.

KEYWORDS: Mechanical Engineering. Filling machine. Rhythm variation. DMAIC.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Passos Seguidos pela Metodologia DMAIC..... | 14 |
| Figura 2: Tipo de Parada..... | 25 |
| Figura 3: Pareto de variação de Ritmo 80/20 na Linha 3..... | 25 |
| Figura 4: Gráfico de produtividade da Linha 3..... | 26 |
| Figura 5: SIPOC | 26 |
| Figura 6 Mapeamento de processo da linha 3 e Desenho técnico superior da envasadora..... | 29 |
| Figura 7: Pareto 80/20 de variação de ritmo na envasadora..... | 30 |
| Figura 8: Diagrama de Ishikawa..... | 31 |
| Figura 9: Matriz de priorização..... | 32 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Variação por bebida produzida..... | 29 |
| Tabela 2:Variação de ritmo na envasadora..... | 32 |
| Tabela 3:Comparativo da Linha 3 em dois períodos de 6 meses..... | 36 |
| Tabela 4:Comparativo da envasadora em dois períodos de 6 meses..... | 37 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Dentro e Fora..... | 28 |
| Quadro 2: Previsão de Cronograma de Pesquisa | 28 |
| Quadro 3: Plano de Coleta de dados..... | 31 |
| Quadro 4: Plano de Ação..... | 33 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

VRV – Variação de Ritmo na Envasadora

DISP – Disponibilidade

MTBF (TMPF) – Tempo Médio para Falhar

MTTR (TMPR) – Tempo Médio Para Reparo

VOC – Voz do Cliente

SIPOC - Suppliers (fornecedores), inputs (entradas), process (processo), outputs (saídas) e customers (clientes)

L3 – Linha 3

TPM – Manutenção Produtiva Total

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 2.1 MANUTENÇÃO INDUSTRIAL..... | 15 |
| 2.1.1 AS FORMAS DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL..... | 16 |
| 2.2 ENGENHARIA MECÂNICA NA INDÚSTRIA..... | 18 |
| 2.3 DISPONIBILIDADE, PRODUTIVIDADE E VARIAÇÃO DE RITMO..... | 19 |
| 3 METODOLOGIA | 21 |
| 3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... | 22 |
| 3.1.1 Local da pesquisa..... | 22 |
| 3.1.2 Dos sujeitos da pesquisa..... | 23 |
| 3.1.3 Procedimentos técnicos da pesquisa..... | 23 |
| 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 25 |
| 4.1 DEFINIR..... | 25 |
| 4.2 MEDIR..... | 30 |
| 4.2.1 Plano de Coleta de dados | 31 |
| 4.3 ANALISAR..... | 32 |
| 4.3.1 Matriz de priorização | 32 |
| 4.4 MELHORAR..... | 33 |
| 4.5 CONTROLAR..... | 36 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 38 |
| 6 REFERÊNCIAS | 39 |
| 7 ANEXOS | 39 |
| 7.1 TERMO DE ACEITE DO ORIENTADOR..... | 42 |
| 7.2 TERMO DE RESPONSABILIDADE DO QUALIFICADO..... | 43 |

1 INTRODUÇÃO

Visando a redução de custos e aumento da vida útil dos equipamentos é fundamental que a Manutenção Industrial por meio da engenharia mecânica procure aprimorar ou buscar novas técnicas para auxiliar na gestão dos ativos utilizados no processo produtivo de forma que possa impactar positivamente a produtividade e disponibilidade dos equipamentos. Em virtude dos diversos problemas que podem ser encontrados diariamente no processo fabril, como variações de ritmo e paradas de equipamento.

De acordo com Xenos (2014, p. 19), a manutenção deve ter um escopo abrangente que não se limite apenas realizar a manutenção dos equipamentos, isto é, manter as condições originais do equipamento de desempenho e confiabilidade, mas, que desempenhe outras atividades como de melhoria em equipamentos que visem novos patamares de produtividade.

Pela busca de melhorias nos equipamentos industriais através da manutenção industrial foi realizada esta pesquisa em uma indústria de bebidas localizada na zona norte da cidade de Manaus, tendo como objeto de estudo uma envasadora de bebidas do tipo volumétrica em uma de suas linhas de produção.

Além disso, enquanto pesquisador e acadêmico de engenharia mecânica tive interesse na área de manutenção industrial, pois, atuo na área a um ano como Analista de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM). Sendo assim, para aprofundar nossos conhecimentos na identificação de causas e soluções que podem aumentar ou diminuir a disponibilidade e produtividade de um equipamento em uma indústria de bebidas, é importante, dado que a indústria está sempre visando manter a competitividade no mercado e, para isto, buscam alternativas, através de seus engenheiros como a redução de seus custos nos processos produtivos, assim como no valor do produto ao consumidor final.

Diante disso, importa dizer que na empresa, objeto deste estudo, foi observado como maiores fatores que afetam a disponibilidade e produtividade dos equipamentos, ou seja, redução do tempo de produção em relação à programação e as perdas por não produzir na velocidade máxima do equipamento, são as paradas mecânicas, paradas elétricas, paradas de logística, variação de ritmo, paradas operacionais, entre outros, de origens diversas, causas como possível falha no plano preventivo e corretivo do equipamento, necessidade de padronização de alguns processos, perda de insumos, perda de garrafas, entre outras causas que poderão ser identificadas nesta pesquisa.

Diante do exposto, as questões norteadoras apresentadas para este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) podem ser assim apresentadas: A efetiva redução da VRV no

processo industrial de bebidas pode impactar positivamente na redução destes fatores que afetam a disponibilidade e produtividade? Caso seja possível a redução desses fatores, poderá haver o aumento da disponibilidade e produtividade dos equipamentos na manutenção industrial fundamentada na engenharia mecânica?

Na busca de respostas às questões apresentadas, hipotetizamos que identificando e analisando as causas ou fatores que afetam a disponibilidade e produtividade de uma envasadora de bebidas poderão ser feitos planos de ação para redução dessas causas, que muitas vezes englobam processos de manuseio e ajustes mecânicos do equipamento

Nesse contexto, apresentamos como objetivo geral de investigar as possibilidades de intervenção da engenharia mecânica na redução de variação de ritmo que possa impactar positivamente a produtividade e disponibilidade da envasadora de bebida a partir do método DMAIC. Para obter um resultado satisfatório listamos os seguintes objetivos específicos:

- a) identificar e analisar as causas que levam a variação de ritmo em uma envasadora
- b) Desenvolver padrões de partida de linha/envasadora
- c) Atender a Produtividade/eficiência em 88%
- d) Procurar reduzir a variação de ritmo na envasadora em 50%

Esta pesquisa apresenta relevância econômica, pois, investigar possibilidades de intervenção da engenharia mecânica na redução de variação de ritmo poderá impactar positivamente a produtividade e disponibilidade da envasadora de bebida, visto que resultados positivos poderão reduzir os custos da empresa de bebidas com as perdas de pet, com as perdas de insumos e redução do tempo bruto. Resultados positivos geram lucros evitando perda financeira, ou resultam no soft saving. Além disso, cientificamente, esta pesquisa poderá ampliar o conhecimento na área da engenharia dentro do setor de manutenção industrial e produção, relacionados a utilização de ferramentas de pesquisa.

Desse modo, academicamente, os resultados dessa pesquisa sobre possibilidades de intervenção da engenharia mecânica na redução de variação de ritmo poderão contribuir para debates entre acadêmicos e profissionais da engenharia mecânica, engenharia de produção e profissionais das ciências afins sobre possíveis impactos positivos na produtividade e disponibilidade de uma envasadora de bebida.

Os referenciais teóricos utilizados respeitam as ideias que decorrem pelos principais conceitos da manutenção, tipos de manutenção e ferramentas de melhoria utilizadas pela engenharia no setor industrial.

A metodologia segue as características de abordagem quali-quantitativa por trabalharmos com dados exportados a partir de um equipamento de medição, com a consequente natureza da pesquisa aplicada. No entanto, dado o receio dos colaboradores da empresa em fornecerem dados das falhas nos equipamentos por medo de coação, trabalhamos apenas com dados extraídos do sistema da empresa. Além disso, a pesquisa é exploratória por se tratar de um tema que gerar a oportunidade de conhecer um problema e suas possíveis soluções.

Esperamos que esse trabalho possa ajudar o acadêmico e profissional de engenharia a conhecer ferramentas, realizar aplicações de melhoria e pesquisa nos equipamentos da área industrial, bem como trazer resultados que possam impactar positivamente o funcionamento do equipamento.

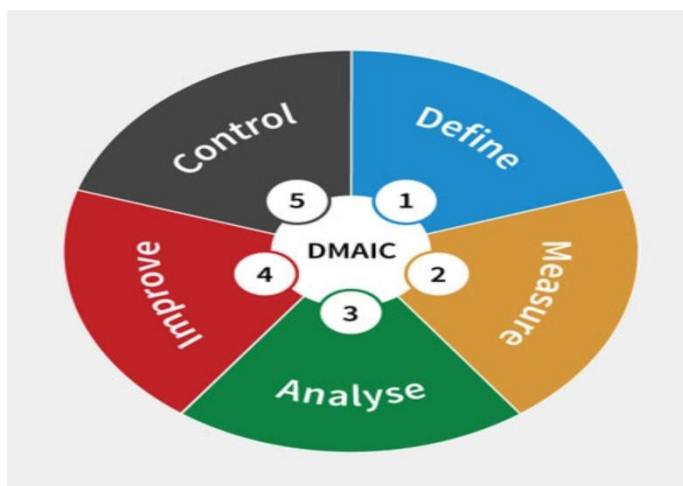
Esse TCC, então, está formatado da seguinte maneira: o primeiro capítulo está a introdução que apresenta as características gerais o trabalho, abordando os objetivos, problemática e intuito geral da realização desta solução para redução da variação de ritmo em uma envasadora. O segundo capítulo mostra o referencial teórico adotado no trabalho, fundamentando os conceitos necessários para o progresso e entendimento dos conceitos a serem pesquisados. O terceiro capítulo expõe a metodologia e os procedimentos metodológicos utilizados nessa monografia, isto é, as características da pesquisa e a maneira como foi construída. O quarto capítulo evidencia os principais resultados e os desenvolvimento da Metodologia DMAIC para redução da variação de ritmo em uma envasadora. Por fim, temos as considerações finais explicando as soluções dadas do problema proposto visto na introdução.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A pesquisa se centra na variação de ritmo, pois, diante de situações recorrentes dentro da manutenção Industrial como, atrasos no processo produtivo da indústria do objeto de estudo, aumentando os números de falhas nos equipamentos e exigindo dos profissionais a melhoria contínua dos equipamentos buscando a redução da variação de ritmo, o que se torna um desafio enorme para os profissionais do setor como engenheiro mecânico e de áreas afins.

Para realização deste estudo torna necessário a utilização da metodologia DMAIC, a partir de seus cinco passos: Definir, Medir, Analisar, Melhorar Controlar, aplicado à área de engenharia mecânica no setor industrial buscando a resolução de problemas no processo produtivo, para tanto apresentamos alguns conceitos básicos na sequência, de manutenção industrial, engenharia mecânica na indústria, disponibilidade, eficiência e variação de ritmo.

Figura 1 Passos Seguidos pela Metodologia DMAIC



Fonte: Souza et al. (2018)

2.1 MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Partimos do pressuposto que manutenção, embora sem visibilidade, sempre esteve presente nas sociedades, mesmo nas épocas mais remotas. Ela começou a tornar-se visível e conhecida com o nome de manutenção por volta do século XVI na Europa Central, com o surgimento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros técnicos em montagem e assistência. Tomou corpo ao longo da Revolução Industrial¹ e firmou-se, como necessidade

¹ Maiores informações sobre essa Revolução na apresentada no item 2.2 deste trabalho.

absoluta, na Segunda Guerra Mundial². No princípio da reconstrução pós-guerra, Inglaterra, Alemanha, Itália e principalmente o Japão alicerçaram seu desempenho industrial nas bases da engenharia de manutenção. (MORO E AURAS, 2007)

Os mesmos autores, indicam que nos últimos anos, com o aumento da concorrência entre as empresas, os prazos de entrega dos produtos passaram a ser relevantes para todas elas. Com isso, surgiu a motivação para se prevenir contra as falhas de máquinas e equipamentos. Além disso, outra motivação para o avanço da manutenção foi a maior exigência por qualidade. Essas motivações deram origem a uma manutenção mais planejada. (MORO E AURAS, 2007)

Ainda Moro e Auras (2007), partindo da premissa que existem vários conceitos para manutenção, apresentam dois conceitos principais. Para eles manutenção pode ser,

[...] ser considerada como a engenharia do componente uma vez que estuda e controla o desempenho de cada parte que compõem um determinado sistema; Pode ser considerada como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção. (MOURO; ARAS, 2007, p. 7)

Por outro lado, no ponto de vista da engenharia, Xenos (2014) explica que a manutenção tem como função fazer a máquina ou equipamento operar em sua condição real para a qual foi criado, neutralizando ou reduzindo a "aparência ruim dos equipamentos, perdas de desempenho, paradas de produção, fabricação de produtos de má qualidade e poluição ambiental". (XENOS, 2014, p. 18)

Além disso, Timotheo (s/d) afirma que a manutenção industrial é a peça-chave para o bom funcionamento do setor produtivo da indústria, e não basta ter apenas o setor de manutenção na empresa, é fundamental que tenha um programa de manutenção eficiente para ter resultados.

Para Kardec e Xavier (2009, p.11) a manutenção deve ser estratégica, “deixando apenas de ser eficiente para se tornar eficaz”, ou seja, o objetivo deve ser em manter a disponibilidade, que por consequência trará a redução de paradas e variações não programadas no equipamento.

2.1.1 As formas de Manutenção Industrial

² Maiores informações sobre Segunda Guerra Mundial no item 2.2 deste trabalho.

Com o intuito de conhecer a manutenção industrial, Xenos (2014) acresce que a manutenção pode ser dividida em vários métodos: **manutenção corretiva não planejada** que é aplicada quando é preciso restaurar as condições normais do equipamento do processo produtivo por alguma falha que já ocorreu, falha em que atrasa o processo produtivo da fábrica. Inclusive, a manutenção corretiva não planejada é a manutenção com menor custo, porém os atrasos no processo produtivo por falhas podem gerar grandes perdas financeiras para a empresa.

Para Kardec e Xavier (2009, p.39) a manutenção corretiva não planejada “é a correção da falha de maneira aleatória”. Além disso, as falhas ocasionadas em um equipamento que geram parada do processo produtivo, podem comprometer a qualidade dos outros equipamentos quando o processo produtivo for reativado.

Entretanto, existe a **corretiva planejada** na qual o executor da manutenção já detém de todas as informações da falha detectada no equipamento e materiais de reparo caso seja necessário, reparo que será programado de acordo com a decisão gerencial da empresa. Inclusive, Kardec e Xavier (2009, p. 41) acrescenta que “normalmente a decisão gerencial se baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva”.

Para este tipo de manutenção, é fundamental a exatidão das informações fornecidas sobre as falhas do equipamento através do plano preditivo, pois, com os dados coletados pode ser possível realizar um planejamento que minimize os custos e evite a parada de equipamento (NOGUEIRA; GUIMARÃES; SILVA,2012)

No entanto, no terceiro tipo de manutenção, a **manutenção preventiva** deve ser realizada periodicamente por meio de inspeções, reformas anuais, troca de peças e lubrificantes do equipamento. Esta manutenção é a mais importante e deve ser a prioridade da indústria, seu modelo de manutenção é mais caro, porém, o caro sai barato, pois, com as preventivas é possível ter um controle sobre as paradas dos equipamentos, ao invés de ficar sujeito a ações corretivas imediatas ou emergenciais (Xenos,2014).

Por outro lado, na **Manutenção Preditiva** ocorre a priorização da disponibilidade dos equipamentos por meio de inspeções e medições em operação, é identificado as condições de deterioração do equipamento e planejada a substituição ou troca dos componentes do equipamento de forma a evitar paradas e prolongar a vida útil. (KARDEC E XAVIER, 1998).

Por fim, Moro e Auras (2007 p.29) complementam que “com o surgimento das manutenções preventivas e preditiva, surgiram também sistemas de gerenciamento de manutenção que buscam a máxima eficiência” dos equipamentos da qual é citado a

Manutenção Produtiva Total-MPT uma estratégia com o intuito de reduzir acidentes, aumentar a vida útil das máquinas, aumentar a interligação entre os setores da indústria e preservação do meio ambiente. E dentro do MPT, é desdobrada a **manutenção autônoma**, a mesma é focada na disponibilidade e segue a estratégia de fortalecer os laços entre manutenção industrial e produção, envolvendo na manutenção os operadores dos equipamentos, por meio de serviços de inspeções visuais, lubrificações e limpeza das máquinas. Esta prática se torna muito mais eficiente na antecipação de falhas se tornando um complemento da manutenção preventiva (XENOS, 2014).

2.2 ENGENHARIA MECÂNICA NA INDÚSTRIA

A Revolução Industrial que teve início na Europa durante o século XVIII com a criação da máquina a vapor representou uma explosão tecnológica na época, a qual se espalhou pelo mundo gerando a produção mecânica, ou seja, o início do sistema de produção mecanizada (SCHWAB,2018).

Bazzo e Pereira (2016) também apresenta a evolução tecnológica histórica da humanidade, afirmando que, desde a antiguidade o ser humano já detinha das habilidades na fabricação de utensílios e ferramentas domésticas de forma artesanal, foi a evolução do conhecimento acumulado de gerações passadas com aprimoramento das técnicas de criação e experimentos aos longos dos séculos que proporcionou a mudança fabril artesanal para o mecanizado dando origem a Primeira Revolução Industrial e a engenharia como conhecemos hoje.

Contudo, para Schwab (2018),

[...] somente com a Segunda Revolução Indústria no século XIX, foi possível realizar produções em massa nas fábricas mecanizadas, pois, foi nesse período que surgiu a eletricidade e linhas de montagem substituindo as máquinas a vapor, equipamentos bastante limitados (SCHWAB, 2018, p. 12).

Cabe chamar atenção que, nesse mesmo período ocorreu a Segunda Guerra Mundial momento em que a mão de obra para operar e consertar os maquinários começou a ser tornar escassa, e como medida, por falta de mão de obra as empresas começaram a buscar formas de tornar seus equipamentos operantes por mais tempo, isto é, estender a vida útil da máquina

através das engenharias aumentando a disponibilidade, confiabilidade e por consequência alcançando a mais alta produtividade (NOGUEIRA; GUIMARÃES; SILVA, 2012).

Wickert (2016) em uma pesquisa realizada sobre a área da atuação da engenharia mecânica, entende que:

[...] o campo da Engenharia Mecânica abrange as propriedades das forças, dos materiais, da energia, dos fluidos e do movimento, assim como a aplicação desses elementos para desenvolver produtos que avançam a sociedade e melhoram a vida das pessoas. (WICKERT, 2016, p.8)

Sob esse mesmo ponto de vista dos autores citados, Amorim, Oliveira e Menciondo (2014, p.4) afirmam que em 1950 a 1960 surgiu a nível mundial o método de manutenção conhecido como **engenharia de manutenção** considerada como “o ramo da engenharia responsável pelo planejamento, execução e controle das atividades de manutenção” que somente a partir da década de 90 começou a ter destaque no Brasil.

Para Kardec e Xavier (2009, p.50) a engenharia de Manutenção significa “aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo”. É desse modo, que se insere a engenharia mecânica e demais engenharias na manutenção industrial. Com o passar dos anos e novas evoluções do conhecimento, os desafios permanecem para a engenharia, cada vez mais os clientes solicitam produtos de qualidade em menor tempo, o empresário um maior retorno financeiro dos investimentos na indústria e a comunidade pede melhor convivência homem máquina e cuidados com o meio ambiente (CAMPOS, 2004).

2.3 DISPONIBILIDADE, PRODUTIVIDADE E VARIAÇÃO DE RITMO

Dentro das métricas estabelecidas a engenharia mecânica dentro da manutenção industrial, está o desafio de manter os equipamentos operantes e prolongar a vida útil deles no processo fabril. Isto é, atender aos indicadores de disponibilidade que irá contribuir de forma direta na produtividade e eficiência do equipamento.

A disponibilidade inerente ou intrínseca do equipamento segundo Andrade e Scherer (2009, p.4) “é a relação em que o equipamento deveria estar disponível para produção e o tempo que ele efetivamente está produzindo”. De acordo com o Senai (2008) esta relação é realizada por meio do seguinte cálculo:

$$DISP = MTBF / (MTBF + MTTR)$$

MTBF= Tempo Médio entre Falhas

MTTR= Tempo Médio para Reparo

$MTBF = (\text{Número de itens} \times \text{Tempo de operação}) / \text{Número total de falhas}$

$MTTR = \text{Tempo total de intervenção corretiva} / \text{número total de falhas detectadas nesta produção}$

De outro modo, Silveira em seu artigo “*OEE, cálculo de eficiência da planta e integração de sistemas* (CITISYSTEMS,2012)” esclarece que a disponibilidade “está relacionado à quebra, tempo de setup das máquinas, falta de materiais, etc.”.

No entanto, no indicador da produtividade é diferente, o mesmo possui como objetivo medir a influência das falhas mecânicas e operacionais, ou seja, evidenciar a habilidade operacional e a condição mecânica da linha. Podemos calcular a produtividade da seguinte forma:

$\text{Produtividade do equipamento (\%)} = \text{tempo ideal(h)}/\text{Tempo Bruto(h)}$

Tempo ideal: tempo necessário para gerar a produção, considerando velocidade efetiva do equipamento.

Tempo Bruto: somatório do tempo ideal, falhas mecânicas e falhas operacionais, ou seja, é o tempo necessário para a produção de uma quantidade de produtos somados com as falhas que podem ocorrer na linha ou equipamento.

Seguindo os conceitos a variação de ritmo é a diferença do tempo ideal menos hora bruta caso não ocorra parada total do equipamento, apenas diminuição da cadência. É importante saber, por a variação de ritmo influenciar na eficiência do equipamento, conseqüentemente poderá afetar a disponibilidade e produtividade, pois, além dos atrasos gerados na produção, a variação de ritmo quando analisada pode ter origem de erro operacional, falta de insumos, falhas no equipamento da qual se não forem tratadas podem acarretar em paradas de equipamento.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa apresenta uma abordagem quantitativa e qualitativa, segundo Gil (2002) a pesquisa quantitativa trabalha com dados mensuráveis que podem ser coletados por meio de equipamentos de leituras, por exemplo. Porém, na pesquisa qualitativa Gil (2002) afirma que o valor da mensuração estará vinculado a quem realizou a coleta, pois, pode ser coletada a partir de entrevistas, por exemplo.

Nesse contexto, podemos afirmar que, quanto a abordagem, essa pesquisa pode ser classificada como quali-quantitativa. Para Azevedo (2020, p. 76), essa abordagem acontece “quando a pesquisa envolve os dois tipos de abordagem, ou seja, trabalha com valores quantitativos e valores qualitativos, ela é classificada como quali-quantitativa”.

Esta pesquisa também apresenta exploratórios, pois, visa identificar e analisar dados, dando uma perspectiva mais abrangente a respeito das possibilidades de intervenção da engenharia mecânica na redução de variação de ritmo que possa impactar positivamente a eficiência e disponibilidade da envasadora de bebida.

Ainda conforme Azevedo e Ensslin (2020, p.72), “a pesquisa exploratória como o próprio nome diz, explora um tema, conceito ou algo sobre o que a comunidade acadêmica ainda não possui um conhecimento completo”.

A pesquisa exploratória tem como objetivo de gerar a oportunidade para conhecer o problema e torná-lo mais claro ou constituir hipóteses. Pode-se dizer que a pesquisa exploratória tem como objetivo aprofundar o conhecimento ou descobrir novas ideias sobre o problema (GIL, et al., 2002). No entanto, o mesmo autor chama atenção para o fato que: “embora o planejamento da pesquisa exploratória seja bastante flexível, na maioria dos casos assume a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso”. (GIL, et al., 2002, p. 41).

Quanto a natureza esta pesquisa classifica-se como aplicada, pois, tem como objetivo aplicações imediatas e a prática das hipóteses encontradas gerando assim novos conhecimentos para o pesquisador. (AZEVEDO, 2020)

Além disso, esta pesquisa terá uma lógica indutiva, pois visa identificar e analisar dados, buscando as possibilidades de intervenção da engenharia mecânica na redução de variação de ritmo que possa impactar positivamente a eficiência e disponibilidade da envasadora de bebida. Para Zanella (2013) o método indutivo percorre um caminho partindo de observações pessoais para fatos universais na qual a conclusão dos fatos pode ser verdadeira ou falsa.

Quanto aos procedimentos técnicos nesta pesquisa será bibliográfica e o estudo de caso que tem por objetivo identificar os fatores que possibilitem a intervenção da engenharia

mecânica na redução de variação de ritmo que possa impactar positivamente a eficiência e disponibilidade da envasadora de bebida a partir da metodologia DMAIC. Segundo Zanella (2013) o estudo de caso consiste em aprofundar os conhecimentos sobre um determinado problema consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

Quanto aos procedimentos de pesquisa bibliográfica o mesmo estará incluído em nossa pesquisa, segundo Gerhardt e Silveira (2009) a pesquisa bibliográfica é exercida com base em material ou fonte de informações já existentes para ajudar em análises e elaboração de novas pesquisas. Desta forma, podemos dizer que esta pesquisa usará de literaturas, artigos e dados confidenciais do sistema da empresa em que será o campo de atuação.

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para execução prática da pesquisa seguiremos os procedimentos apresentados pela metodologia DMAIC que utiliza das ferramentas do *Lean e Six Sigma*³ visando a execução de projetos de melhoria na empresa a ser implementado.

3.1.1 Local da pesquisa

A pesquisa será realizada na área industrial de uma fábrica de bebidas de refrigerante localizado na Avenida Torquato Tapajós, Novo Israel. A empresa dispõe das certificações na ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 e FSSC 22000, foi fundada em 1943 no Amazonas. Em 1968, iniciaram a construção da primeira fábrica de refrigerantes da região norte do Brasil. Com garra, inovação e comprometimento, a empresa vence diariamente o desafio de levar seus produtos, seja por meio terrestre ou fluvial, aos mais distantes pontos de venda da Região Norte e de atender às necessidades dos seus milhares clientes. São três fábricas de bebidas, 7 centros de distribuição e uma engarrafadora de água mineral.

Atendendo aproximadamente 60 mil clientes em toda a Região Norte, a empresa de bebidas ocupada à posição de um dos maiores fabricantes da marca no mundo. Presente desde os anos 1970 na região o portfólio da empresa apresenta mais de 20 tipos de bebidas, incluindo água mineral e ozonizada.

³ Lean e Six Sigma é a abordagem que cada metodologia usa para evitar falhas, eliminar o desperdício e ter melhores resultados, como apresentado nos tópicos do item 4.

Representante da Heineken Brasil na região, a empresa consolida a passos firmes sua posição de destaque em comercialização de cerveja, contando com as consagradas marcas Kaiser Pilsen, Chopp Kaiser, Kaiser Radler, Heineken, Chopp Heineken, Bavaria, Bavaria Premium, Bavaria 0,0%, Desperados, Sol Premium, Xingu, Dos Equis, Birra Moretti e Edelweiss.

A fábrica de bebidas possui modernas linhas de produção para encher 60 mil garrafas KS por hora, sendo referência no mercado. As unidades fabris de refrigerantes dispõem de avançadas linhas de sopro de garrafas plásticas interligadas por transportadores aéreos, capazes de produzir 20,5 milhões de caixas unitárias por mês, o equivalente a 165 mil litros de bebida por hora. Essa escala de produção só é possível graças aos modernos softwares que garantem qualidade ao produto final.

Em Belém, a empresa possui uma das mais modernas linhas de sopro de garrafas PET do Brasil, com capacidade para produzir 14 milhões de garrafas por mês. Além disso, conta com uma linha de produção de latas pioneira na região para facilitar a logística dos produtos.

3.1.2 Dos sujeitos da pesquisa

A amostra será formada por colaboradores da área Industrial da empresa.

Critério de inclusão: Operadores e mecânicos do equipamento de estudo, supervisores e coordenadores da produção e manutenção industrial.

Critério de exclusão: Operadores e mecânicos do equipamento de outros equipamentos não objetos de estudo, e representantes dos demais setores.

3.1.3 Procedimentos técnicos da pesquisa

A pesquisa adotará a ferramenta DMAIC que é constituída das seguintes etapas:

A. Definir

Será determinado os fornecedores, os clientes e seus requisitos, além de apresentar o processo e objeto de estudo desta pesquisa. Também, será definido o problema e as metas preliminares de melhorias de indicador e soft saving que se busca alcançar com esta pesquisa através das ferramentas Voz do Cliente-VOC, SIPOC e Indicadores de resultado. (SETEC – Consulting group,2021).

B. Medir

Nesta etapa será mapeado o processo e estratificado os dados já existentes na empresa referente ao objeto de estudo, além disso, será criada um plano para coleta de novos dados por meio de entrevistas, consulta ao sistema da empresa e observação do equipamento na qual será identificado o sistema de medição da empresa, os desperdícios Lean e as potenciais variáveis causadores do problema (WERKEMA,2020).

C. Analisar

Daremos início identificando e organizando os potenciais causas do problema por meio do *brainstorming*⁴ e Ishikawa⁵. Posteriormente, usaremos da ferramenta Diagrama de causa e efeito para buscar a causa raiz dos potenciais problemas, priorizando os problemas na Matriz de Priorização Esforço x Impacto.

D. Melhorar;

Na quarta etapa será identificado, priorizado e implementado soluções para redução do problema e será verificada a eficácia das soluções geradas. Para isto, utilizaremos das ferramentas brainstorming para gerar as ideias de solução para o problema, diagrama de Matriz para priorizar as soluções e o Plano de Ação- 5W2H para executar e acompanhar as soluções. Já a sua eficácia deverá ser medida através de indicadores de resultado.

E. Controlar a situação

Nesta última etapa será gerada um plano de controle para monitorar caso surja novos problemas, acompanhar as melhorias aplicadas e que ainda deveram ser aplicadas para alcançar a eficácia esperada no projeto. E implementar um plano para e divulgar os novos padrões a todos envolvidos no processo.

⁴ Jogo de ideias, sugestões coletivas sobre possíveis causas do problema.

⁵ Estrutura as causas potenciais para que as causas-raiz possam ser identificadas e ações corretivas possam ser tomadas.

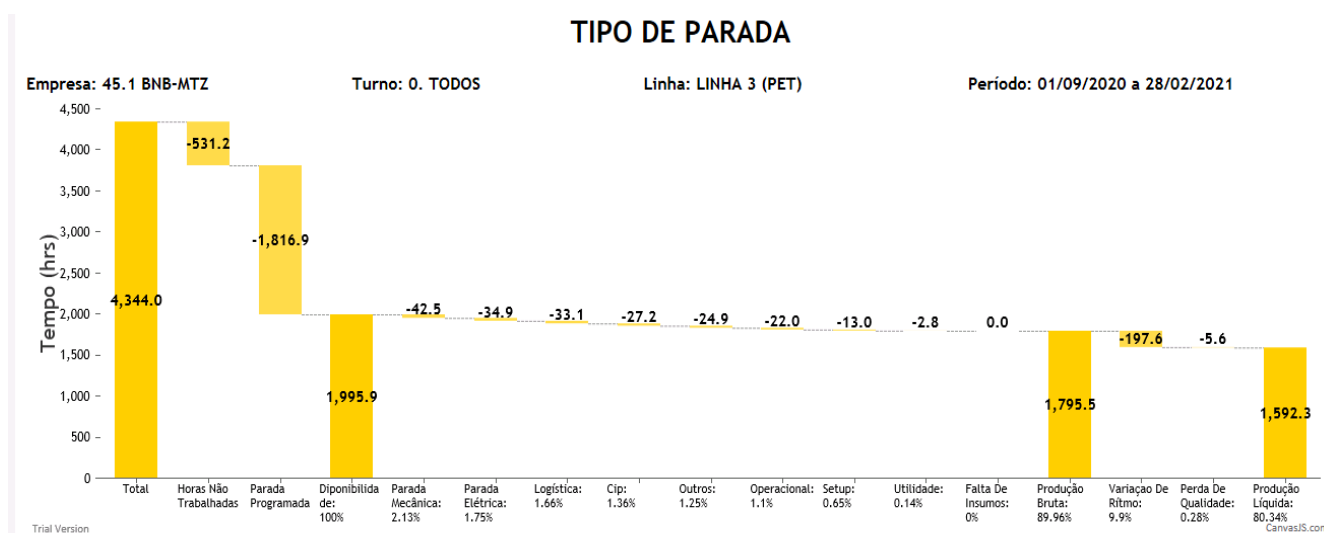
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Será apresentado a aplicação metodológica da pesquisa por meio das etapas do DMAIC em uma linha de produção na indústria de bebidas.

4.1 DEFINIR

Para definição do problema na empresa em que foi realizada a pesquisa foi analisado o processo de uma linha de produção que será chamada de linha 3 que no período de setembro de 2020 a fevereiro de 2021, detectou-se por meio de um sistema específico para coleta de dados chamado SIGS um total de 197,6 horas de variação de ritmo, que correspondeu a um impacto de 10% em relação a produtividade da linha 3, conforme o gráfico da figura 2.

Figura 2 Tipo de Parada

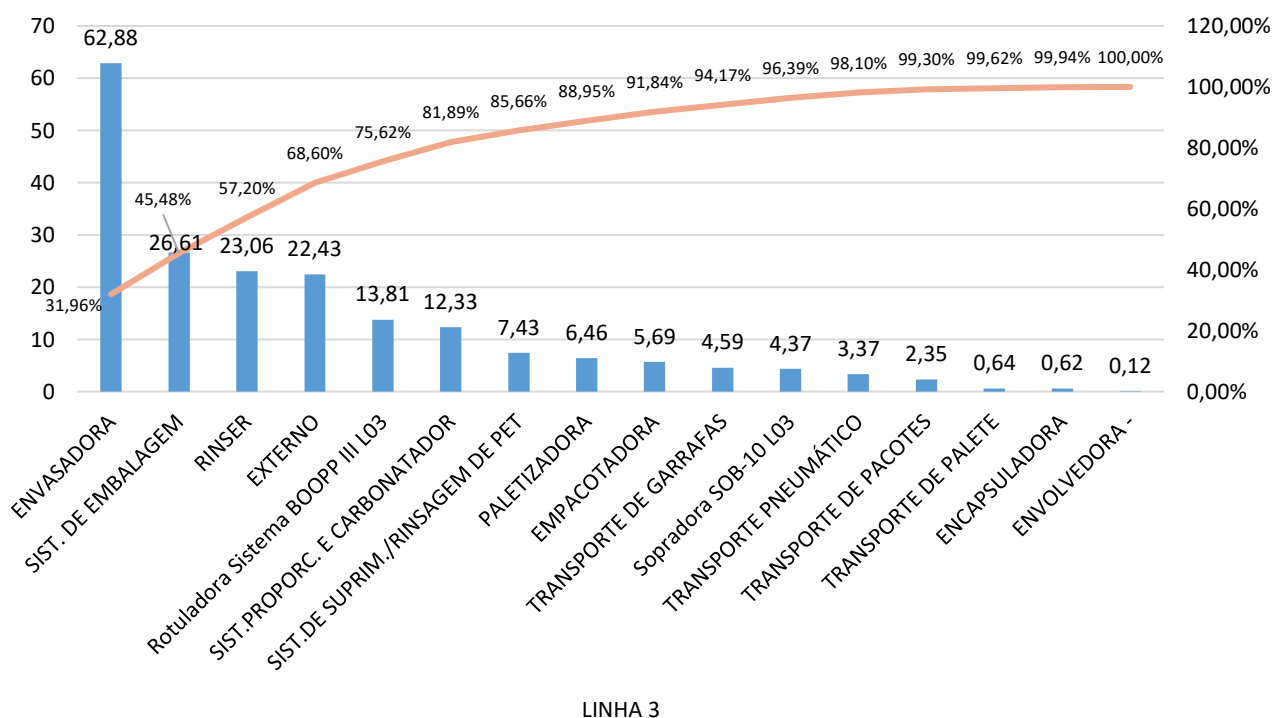


Fonte: Sistema SIGS (2021)

Entre os principais ofensores de variação de ritmo a envasadora coincidiu a 32% e 62,88 horas de todas as variações de ritmos registradas na linha de produção. Por isso, a possibilidade do problema se encontrar na variação de ritmo da envasadora é muito maior em relação aos outros equipamentos, conforme o gráfico da figura 3.

É importante saber que a envasadora analisada é do tipo volumétrica, são as mais simples e diretas, trabalhando no preenchimento das garrafas com determinado volume de líquido, divididas em três grupos: preenchimento de copo, preenchimento de pistão fixo e máquinas de preenchimento comandadas por pistão. (INFAIMON,2018)

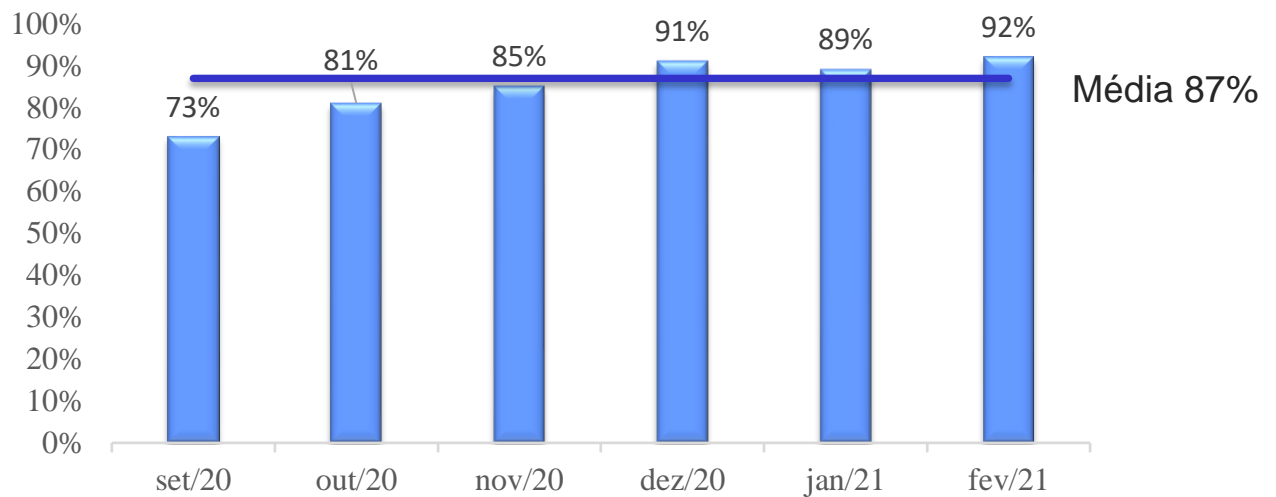
Figura 3 Pareto de variação de Ritmo 80/20 na Linha 3



Fonte: O Próprio autor (2021)

A empresa da pesquisa possui uma meta de 88% de produtividade conforme a figura 4, não conseguindo alcançar um percentual maior por problemas que vem acontecendo na linha de produção, em específico na envasadora de bebidas que enche um total de 8.000 garrafas por hora, ou seja, tendo uma variação de ritmo de 62,88h a envasadora deixou de produzir um total 503.040 garrafas de bebidas que corresponde a um soft saving de R\$ 770.772,00 no período de set/19 a fev/21.

Figura 4 Gráfico de produtividade da Linha 3



Fonte: O Próprio autor (2021)

Para melhor compreensão de onde o problema possa estar foi mapeado o processo da linha de produção de acordo com suas etapas, conforme a figura 5.

Figura 5 SIPOC

| FORNECEDOR | ENTRADA | PROCESSO | SAÍDA | CLIENTE |
|--|---|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Ancor Brasalpa Compressor Bellis | Pré-forma Ar comprimido | Soprar Garrafa | Garrafas sopradas | Rotuladora |
| Kornes Colfix 8021 Plasc PP Print Converplast Sopradora | Rótulo Cola Garrafas sopradas | Rotular garrafas sopradas | Garrafas rotuladas | Transporte aéreo pneumático |
| Rinser Proporcionador Enchedora | Garrafas rotuladas vazias e lavadas Bebida proporcionada | Envasar bebida | Garrafas envasadas | Empacotadora |
| Label Packing Envasadora | Pêlicula Produtos Envasados | Empacotar garrafas cheias | Pacote de produto | Paletizador |
| Empacotadora Eucatex Expedição | Pacotes de produto Eucadur Paletes | Paletizar os pacotes | Paletes de pacotes | Envolvedora |
| Envolvedora Valfim | Paletes de pacotes Fila Stretch | Envolver os paletes de pacotes | Produto acabado | Expedição |

Fonte: O Próprio autor (2021)

Após identificado o processo da linha de produção, foi criado o escopo de pesquisa definindo o equipamento que apresenta a maior taxa de variação de ritmo, sendo DENTRO o que será estudado, e FORA o que não estará como objeto de estudo desta pesquisa, conforme a Quadro 1.

Quadro 1 Dentro e Fora

| Categoria | Dentro | Fora |
|-----------|------------------------------|-----------------------------------|
| O quê | Variação de Ritmo | Paradas de Equipamentos |
| Onde | Linha 3 | Demais linhas de produção |
| Quando | A partir de setembro de 2020 | Fora do período anterior a Set/20 |
| Quem | Envasadora da Linha 3 | Demais equipamentos da Linha 3 |

Fonte: O Próprio autor (2021)

Estabelecido o escopo de estudo da pesquisa, foi criado o cronograma de pesquisa da seguinte forma, conforme a Quadro 2.

Quadro 2 Previsão de Cronograma de Pesquisa

| Fase | | Março | | | | Abril | | | | Maio | | | | Junho | | | | Julho | | | | Agosto | | | | Dezembro | | | |
|-----------|-----------|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|
| | | SF1 | SF2 | SF3 | SF4 | SF1 | SF2 | SF3 | SF4 | SF1 | SF2 | SF3 | SF4 | SF1 | SF2 | SF3 | SF4 | SF1 | SF2 | SF3 | SF4 | SF1 | SF2 | SF3 | SF4 | SF1 | SF2 | SF3 | SF4 |
| Definir | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Executado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Medir | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Executado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analisar | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Executado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Melhorar | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Executado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Controlar | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Executado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tollgate | Planejado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Executado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: O Próprio autor (2021)

Para o prosseguimento desta pesquisa é esperado ganhos qualitativos e quantitativos. Analisando apenas as principais produções na envasadora e o produto com maior impacto de variação. É observado que o produto FU 2L CX6 foi o mais produzido no período e teve 10,68% de variação de ritmo. Para cálculo de soft saving foi utilizado os dados deste produto, conforme a tabela 3.

Tabela 1 Variação por bebida produzida

| Produto | Bebida produzida | % Percentual de Variação |
|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| FU 2L CX6 | 358.430,52 | 10,68% |
| G. T CX-06 | 340.416,07 | 10,15% |
| CA 1,5L CX-06 | 333.435,29 | 9,94% |
| CA PET 2L CX-04 FOURPACK | 246.133,42 | 7,34% |
| FL PET 2L CX-06 | 233.537,04 | 6,96% |
| GT PET 2L CX-06 | 194.206,67 | 5,79% |
| CA PET 2L CX-06 | 188.517,39 | 5,62% |
| G.T 1,5L CX-06 | 144.502,47 | 4,31% |
| Total Geral | 3.354.612,85 | 100,00% |

Fonte: O Próprio autor (2021)

No qualitativos pode ser definido:

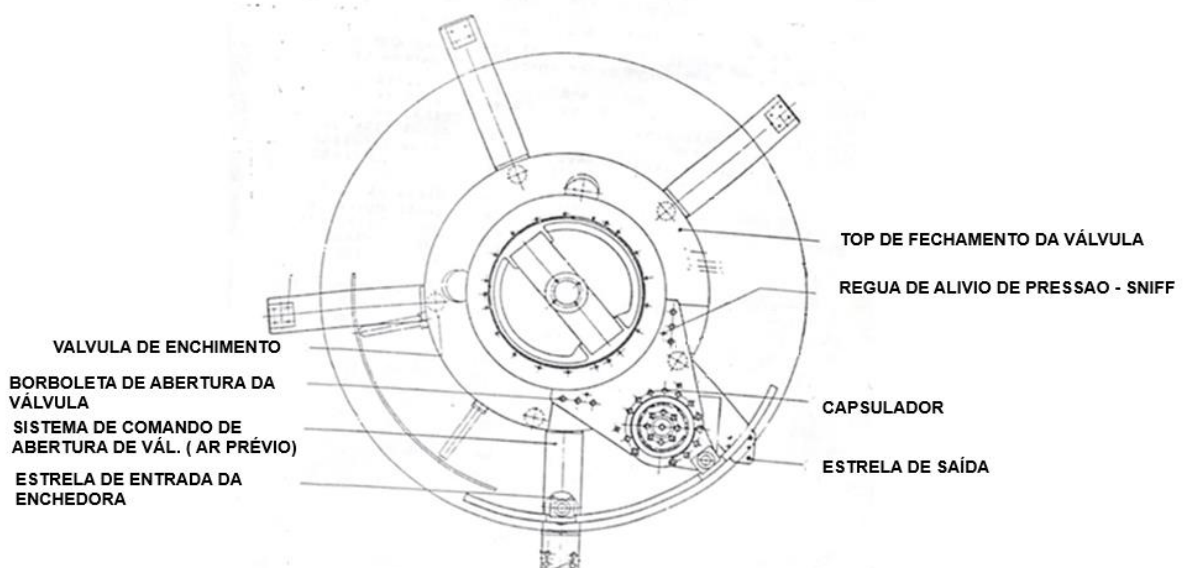
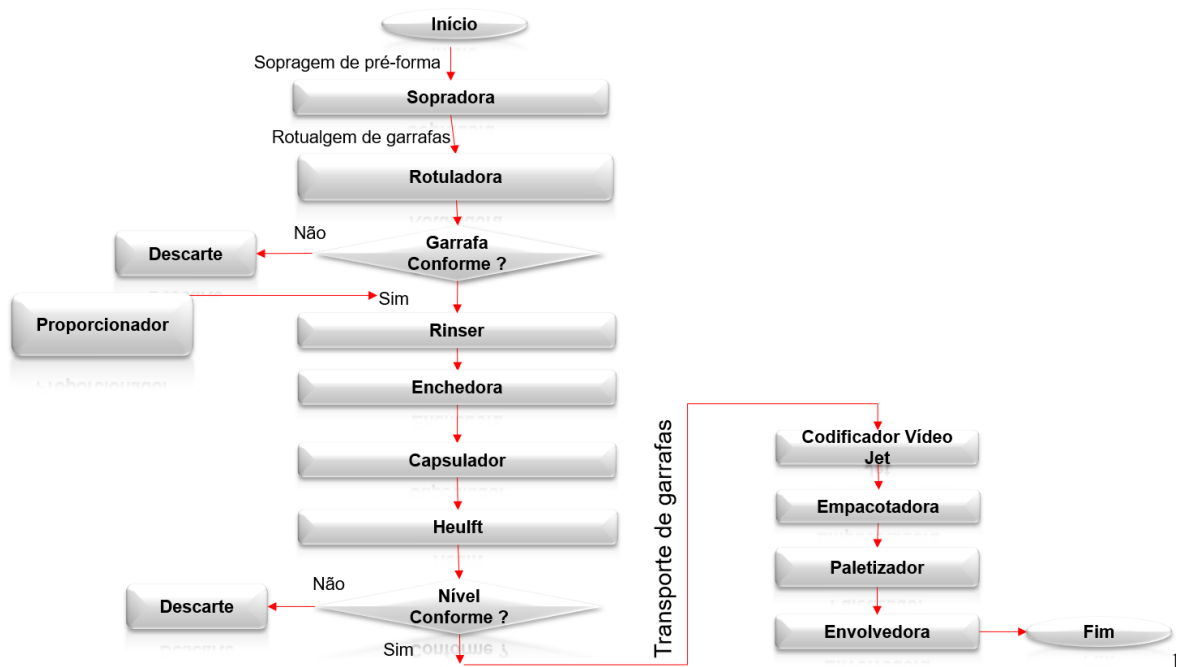
- Reduzir o tempo de variação de ritmo;
- Desenvolver padrões de partida de linha da L03;
- Garantir GMP da Linha (Limpeza e Organização – BPF);
- Intensificação da Governança de Cobrança dos Indicadores;
- Melhoria na entrega aos Clientes;
- Padronização das causas e Observações das variações de ritmo registradas no sistema.

Com a diminuição da variação de ritmo se espera ganhos quantitativos de R\$ 770.772,00 tendo aumento de 437.644 garrafas envasadas.

4.2 MEDIR

Para se entender o funcionamento do processo da envasadora, foi realizado o mapeamento detalhado do processo da linha 3, com os equipamentos antecedentes e posteriores a envasadora, conforme figura 6.

Figura 6 Mapeamento de processo da linha 3 e Desenho técnico superior da envasadora



Fonte: O Próprio autor (2021)

4.2.1 Plano de Coleta de dados

Para conhecer as possíveis causas do problema e trabalhar em possíveis soluções através da mecânica, foi criado um plano de coleta de dados a partir do sistema SIGS e exportado seus dados para análise, conforme a Quadro 3.

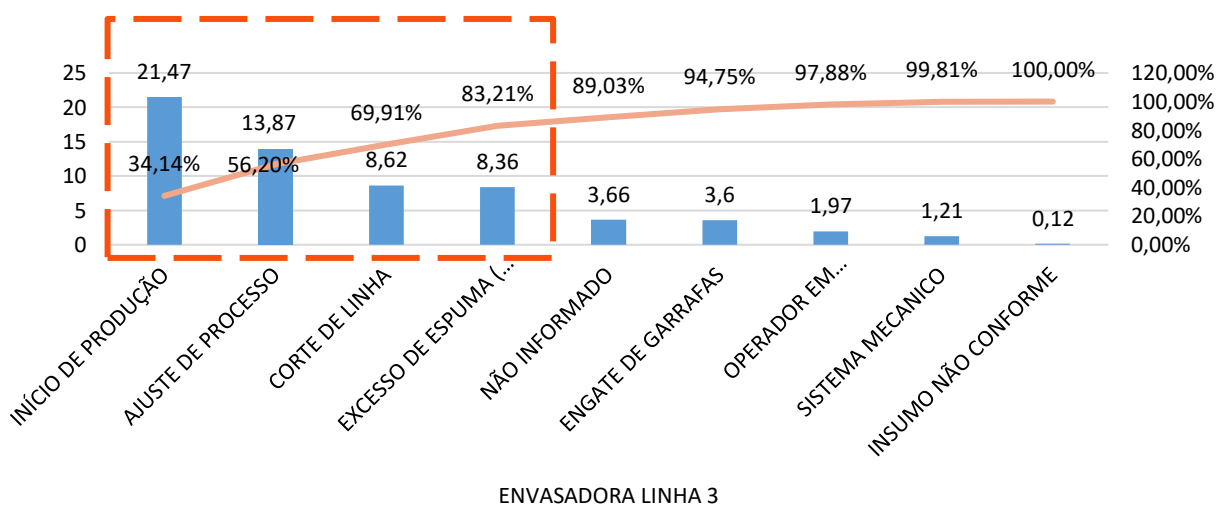
Quadro 3 Plano de Coleta de dados

| Indicador | Descrição do Indicador | Forma de Medição | Frequência de Medição | Responsável pela Medição | Segmentação |
|-----------|------------------------|------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| M1 | ENVASADORA | Sistema SIGS | Dia de produção | Analista de PCM /Operador de Produção | Variação de Ritmo (h) |

Fonte: O Próprio autor (2021)

Estratificando os dados de Variação de Ritmo coletados do sistema SIGS os maiores ofensores indicados no 80/20 dos gráficos de Pareto na envasadora foram as causas de: início de produção, ajuste de processo, corte de linha e excesso de espuma, representando 80% de toda variação de ritmo. Conforme figura 7 e tabela 5.

Figura 7 Pareto 80/20 de variação de ritmo na envasadora



Fonte: O Próprio autor (2021)

Tabela 2 Variação de ritmo na envasadora

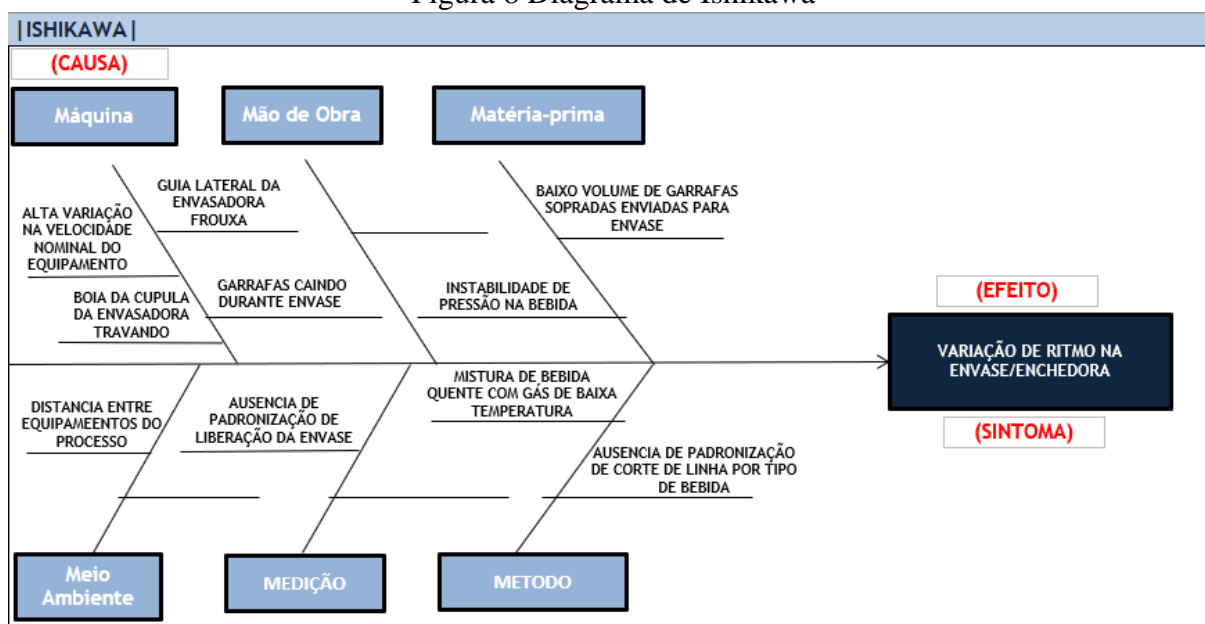
| | Horas de Variação | Impacto |
|------------------------------|-------------------|---------|
| ENVASADORA LINHA 3 | 62,88 | |
| INÍCIO DE PRODUÇÃO | 21,47 | 34,14% |
| AJUSTE DE PROCESSO | 13,87 | 56,20% |
| CORTE DE LINHA | 8,62 | 69,91% |
| EXCESSO DE ESPUMA (XAROPE) | 8,36 | 83,21% |
| NÃO INFORMADO | 3,66 | 89,03% |
| ENGATE DE GARRAFAS | 3,6 | 94,75% |
| OPERADOR EM TREINAMENTO | 1,97 | 97,88% |
| SISTEMA MECANICO | 1,21 | 99,81% |
| INSUMO NÃO CONFORME | 0,12 | 100,00% |
| Total Geral | 62,88 | |

Fonte: O Próprio autor (2021)

4.3 ANALISAR

Tendo sido definido o problema como variação de ritmo na envasadora, e estratificado os dados do sistema SIGS para Excel, foi gerado o diagrama de Ishikawa para identificar a causa raiz do problema, conforme a figura 8.

Figura 8 Diagrama de Ishikawa

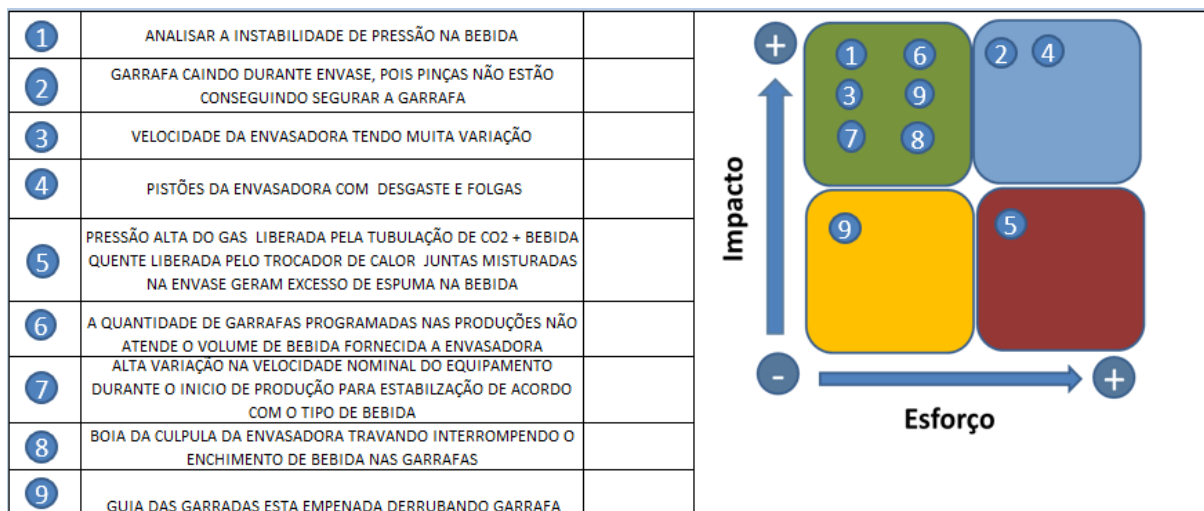


Fonte: SETEC GROUP (2021)

4.3.1 Matriz de priorização

Encontradas as possíveis causas raízes do problema, as mesmas foram divididas em uma matriz de priorização para definirmos o que deve e o que não deve ser prioridade, conforme a figura 9.

Figura 9 Matriz de priorização



Fonte: SETEC GROUP (2021)

4.4 MELHORAR

Após a análise dos dados extraídos do SIGS de todos as possíveis causas que levaram ao problema foram levantadas ações para tratar as mesmas e evitar possíveis causas futuras, conforme o quadro 4.

Quadro 4 Plano de Ação

| 5W2H | | | | | | |
|--|----------------------------|------------------|---|------------|------------------------------------|---------------------|
| O quê? | Quando? | Quem? | Por quê? | Onde? | Como? | Quant o custa? |
| SOLDAGEM DE UMA FLANGE PARA A ADAPTAÇÃO DE UM TRANSMISSOR DE PRESSÃO DA TUBULAÇÃO DE BEBIDA. | De 03/01/2022 a 07/01/2022 | SOLDADOR | ANALISAR A INSTABILIDADE DE PRESSÃO NA BEBIDA | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |
| REALIZAR A TROCA DAS PRESILHAS | De 03/01/2022 a | TÉCNICO MECÂNICO | GARRAFA CAINDO DURANTE | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA | MÃO DE OBRA |

| | | | | | | |
|--|----------------------------|----------------------|--|------------|------------------------------------|---------------------|
| DAS PINÇAS DA ENVASADORA QUEBRADAS | 07/01/2022 | | ENVASE, POIS PINÇAS NÃO ESTÃO CONSEGUINDO SEGURAR A GARRAFA | | PARA MANUTENÇÃO | INTERNA |
| AJUSTE NA CALIBRAÇÃO DO SENSOR DE VELOCIDADE DA ENCHEDORA | De 03/01/2022 a 07/01/2022 | TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO | VELOCIDADE DA ENVASADORA TENDO MUITA VARIAÇÃO | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |
| FAZER A INSPEÇÃO TRIMESTRAL DOS REPAROS DO PISTÃO ELEVADOR. | De 03/01/2022 a 07/01/2022 | TÉCNICO MECÂNICO | PISTÕES DA ENVASADORA COM DESGASTE E FOLGAS | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |
| PESQUISAR COM ESPECIALISTAS DE MECÂNICA E PROCESSO NOVAS MANEIRAS DE EXECUTAR O PROCESSO | De 03/01/2022 a 07/01/2022 | ENGENHEIRO MECÂNICO | PRESSÃO ALTA DO GAS LIBERADA PELA TUBULAÇÃO DE CO2 + BEBIDA QUENTE LIBERADA PELO TROCADOR DE CALOR JUNTAS MISTURADAS NA ENVASE GERAM EXCESSO DE ESPUMA NA BEBIDA | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |
| PADRONIZAÇÃO DE CORTE DE LINHA POR MEIO DE LUPS PARA CADA TIPO DE BEBIDA | De 03/01/2022 a 07/01/2022 | ENGENHEIRO MECÂNICO | A QUANTIDADE DE GARRAFAS PROGRAMADAS NAS PRODUÇÕES NÃO ATENDE O VOLUME DE BEBIDA FORNECIDA A ENVASADORA | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |

| | | | | | | |
|--|----------------------------|---------------------|---|------------|------------------------------------|---------------------|
| OTIMIZAR PROCESSO DE LIBERAÇÃO DA ENVASADORA POR MEIO DE CHECK DE PARTIDA DE LINHA PARA CADA GARRAFA | De 03/01/2022 a 07/01/2022 | ENGENHEIRO MECÂNICO | ALTA VARIAÇÃO NA VELOCIDADE NOMINAL DO EQUIPAMENTO DURANTE O INÍCIO DE PRODUÇÃO PARA ESTABILIZAÇÃO DE ACORDO COM O TIPO DE BEBIDA | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |
| FOI ABERTO ÀS DUAS BOIAS DA ENVASADORA E IDENTIFICADO QUE A BOIA DE ALÍVIO ESTAVA COM REPARO DANIFICADO, FOI TROCADO O REPARO | 01/04/2021 | TÉCNICO MECÂNICO | BOIA DA CÚPULA DA ENVASADORA TRAVANDO INTERROMPENDO O ENCHIMENTO DE BEBIDAS NAS GARRAFAS | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |
| FOI SUBSTITUÍDO OS DOIS CONECTORES DA ENCHEDORA. QUE OS DOIS ESTAVAM COM ENGATE DANIFICADO. FOI NECESSÁRIO FAZER A SUBSTITUIÇÃO E TROCA DA MANGUEIRA | 30/04/2021 | TÉCNICO MECÂNICO | CONECTOR DA MANGUEIRA DA CONTRA PRESSÃO DA ENCHEDORA DANIFICADA | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |
| FOI FEITO O TENSIONAMENTO DA CORREIA CENTRAL DA ENVASADORA COM O ALINHAMENTO DAS PINÇAS | 06/05/2021 | TÉCNICO MECÂNICO | POIS, DURANTE A PRODUÇÃO ESTAVA FORA POSIÇÃO CRIANDO PARADAS NA ENVASADORA | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |

| | | | | | | |
|---|------------|------------------|--|------------|------------------------------------|---------------------|
| FOI REALIZADO O DESEMPENHO DA GUIA LATERAL DA SAÍDA DA ENVASADORA | 18/05/2021 | TÉCNICO MECÂNICO | GUIA DAS GARRAFAS ENCONTRAVASE EMPENADA DERRUBANDO GARRAFAS | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |
| FOI INSTALADO UMA RÉGUA EM AÇO INOX 40X350x5mm PARA ALINHAMENTO DAS GARRAFAS NA ENTRADA DA ENVASADORA | 01/06/2021 | TÉCNICO MECÂNICO | ENGATE DE GARRAFA NA ENTRADA DA ENVASADORA, GARRAFA SUBINDO PREDENDO O GARGALO E ESMAGANDO A MESMA | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |
| INSPEÇÃO BIMESTRAL PARA REVISAR E SUBSTITUIR OS REPAROS DAS VÁLVULAS DE ENCHIMENTO (ANÉIS ORING, ANILHA E VEDAÇÕES) | 01/04/2021 | TÉCNICO MECÂNICO | CASO SEJA DETECTADO ALGUMA ANOMALIA NAS VÁLVULAS DE ENCHIMENTO | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |
| INSPEÇÃO TRIMESTRAL DOS REPAROS DA BOIA DE DESCARGA E CONTRA PRESSÃO DA CÚPULA | 01/05/2021 | TÉCNICO MECÂNICO | PARA NÃO TERMO PROBLEMAS DE VARIAÇÃO DE RITMO NO ENVASAMENTO DE GARRAFAS | ENVASADORA | COM A LINHA PARADA PARA MANUTENÇÃO | MÃO DE OBRA INTERNA |

Fonte: O Próprio autor (2021)

4.5 CONTROLAR

Após a implementação do plano de ação as melhorias aplicadas atenderam o objetivo geral de mostrar a possibilidade de intervenção mecânica na variação de ritmo, contudo não atenderam as metas específicas, houve um aumento na porcentagem de variação de ritmo na linha 3 e por conseguinte na envasadora da linha, conforme a tabela 3 e 4.

Tabela 3 Comparativo da Linha 3 em dois períodos de 6 meses

| Período | Set/20 a Fev/21 | Mar/21 a Ago/21 |
|-------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Disponibilidade L3 | 1995,9h | 1067,1h |
| Variação de Ritmo L3 | 197,6h | 135,85h |
| Impacto da Variação L3 | 10% | 12% |
| Média Produtividade L3 | 87% | 85% |

Fonte: O Próprio autor 2021)

Tabela 4 Comparativo da envasadora em dois períodos de 6 meses

| Período | Set/20 a Fev/21 | Mar/21 a Ago/21 |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Variação de Ritmo Envasadora | 62,88h | 56,56h |
| Impacto da Variação Envasadora | 32% | 42% |

Fonte: O Próprio autor 2021)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Manutenção Industrial é uma área com vasta possibilidade de intervenção em equipamentos industriais por meio da engenharia mecânica e engenharias afins. Esta pesquisa mostrou diversos fatores e podem existir outros que influenciam no desempenho do equipamento e seus indicadores, atendendo aos objetivos gerais. Infelizmente nesta pesquisa não foi possível alcançar os objetivos específicos propostos, pois, houve resistência por parte dos funcionários da empresa em fornecer informações sobre os problemas nos equipamentos por medo de coação, nessas circunstâncias, obteve-se apenas a autorização da empresa uso dos arquivos do sistema SIGS, sistema específico de dados da empresa sobre manutenção de equipamentos.

Diante disso, os resultados foram diferentes do que o esperado, a falta de colaboração dos profissionais no uso da ferramenta impediu a realização do projeto inicial. Vale ressaltar que aceitação das ferramentas poderia trazer melhoria para os setores da indústria, como, melhoria de processo, desempenho de equipamento, disponibilidade, produtividade.

Diante desses resultados, espera-se que futuramente empresas e profissionais estejam abertos a pesquisa na área da engenharia mecânica através do DMAIC, pois, os ganhos são coletivos tanto para ciência como para a indústria. Desse modo, sugerimos um cronograma maior de pesquisa e aprofundamento in loco em cima das causas encontradas com a empresa para que possam ser encontrados resultados mais precisos na busca de melhorias nos equipamentos e processos.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE,J.J.O.; SCHERER, C.S. **Estudo de caso da aplicação do indicador de eficiência global de equipamentos (oe) para diagnóstico e melhoria de produtividade em uma linha de produção automotiva.** Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_619_13678.pdf>. Acesso em 27 out. 21.

APOLÔNIO, L.C.; PANTOJA, C.L.; SOUZA, E.N.; SANTOS, J.J.M.; SILVA, M.M.; SOARES, R. A.B. CC: **TCC: ANÁLISE DMAIC – MELHORIA DO PROCESSO POWER.** 2018. 29 páginas - Instituto de Desenvolvimento da Amazônia (IDAAM), Manaus,2018.

AZEVEDO, Rogério C.; ENSSLIN, Leonardo. **Metodologia da pesquisa para Engenharias.** Minas Gerais: CEFFET-MG, 2020.

AMORIM,J.N.;OLIVEIRA,L.P.;MENDIONDO,R. **Fatores que Influenciam na Gestão da Manutenção: Estudo sobre uma empresa de Tv a cabo e internet banda larga.** Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Universidade Veiga de Almeida. Agosto,2014.

BELLO, Gustavo Canevari. **Planejamento de política de manutenção preventiva com aplicação de simulação computacional.** Disponível em: <http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2012/pubs/planejamento-de-politica-de-manutencao-preventiva-com-aplicacao-de-simulacao-computacional.pdf>>. Acesso em:16 de out. 2021.

BAZZO, W.A.;PEREIRA,L.T.V. **Introdução à Engenharia: Conceitos, Ferramentas e Comportamentos.** Florianópolis. Editora da UFSC,2006.

CAMPOS, V.F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** 8º Edição. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda.,2004

GUERRA, Elaine Linhares de Assis. **Manual de Pesquisa Qualitativa.** Belo Horizonte, Centro Universitário UNA, 2014.

GERHARDT, TatianaEngel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa.** Rio Grande do Sul.Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, 4ª edição. São Paulo. Editora ATLAS S.A, 2002

INFAIMON. **Envasadora de líquidos, funções e rendimento**. Disponível em: <https://blog.infaimon.com/pt/envasadora-de-liquidos-funcoes-e-rendimento/>. Acesso em: 26/10/2021.

LEWIS, K; WICKERT, J. **Introdução à Engenharia Mecânica, 3ª edição Norteamericana**. edição SI preparada por Shaligram Tiwari ; revisão técnica Julio César de Almeida ; tradução Novertis do Brasil. -- São Paulo : Cengage Learning, 2015.

MARTINS, A.P.R.A.P.A **influência da manutenção industrial no Índice Global de Eficiência (OEE)**. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/7724/1/Martins_2012.pdf. Acesso em: 27/10/2021

MORO, N.; AURAS A. **Introdução à gestão da manutenção. Curso Técnico de Mecânica Industrial**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina (CEFET-SC). Florianópolis. 2007

MENDONÇA, Marcos André; PASCHOAL, Débora R.; GITAHY, Paula F.S.C.R; LEMOS, Mateus A. **Disponibilidade e Confiabilidade: Aplicação da Gestão da Manutenção na Busca de maior Competitividade**. Disponível em: http://www.fsma.edu.br/EP/Artigos/REV_ENG_3_artigo_3.pdf. Acesso em 27 out. 21.

MEGIOLARO, M. R. O. **Indicadores de manutenção industrial relacionados à eficiência global de equipamentos**. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15030/1/PB_COELT_2015_1_09.pdf. Acesso em: 27/10/2021.

NOGUEIRA, C.F.; GUIMARÃES, L.M.; SILVA, M.D.B. **Manutenção industrial: implementação da manutenção produtiva total (TPM)**. Disponível: <https://core.ac.uk/download/pdf/235250672.pdf>. Acesso em: 16 de out. 2021.

KARDEC, A.; XAVIER, J. **Manutenção: função estratégica**. Terceira Edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009.

SILVEIRA, C. B. **OEE, cálculo de eficiência da planta e integração de sistemas**. Citisystems, 2012. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/oe-calculo-eficiencia-equipamentos-integracao-sistemas/>. Acesso em: 27 out. 21.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial/Klaus Schwab**; tradução Daniel Moreira Miranda. - São Paulo :Edipro, 2016.

TIMOTHEO, G. C. **APOSTILA DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL MECÂNICA**. Disponível em:<https://gtimotheo.com/Arquivos/manutencao_mecanica.pdf>. Acesso em: 26/10/2021.

XENOS. H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: EDG- Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2014.

XAVIER, J. N.; DORIGO, L.C.. **A Importância da Gestão na Manutenção ou Como evitar as “armadilhas” na Gestão da Manutenção**. Minas Gerais. TECÉM-Tecnologia Empresarial Ltda.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de Pesquisa**. Santa Catarina. Universidade Federal de Santa Catarina / Sistema UAB, 2013.

7 ANEXOS

7.1- TERMO DE ACEITE DO ORIENTADOR



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA -
AM DEPARTAMENTO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA



TERMO DE ACEITE DE ORIENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Eu, AILTON GONÇALVES REIS, docente do IFAM, Siape nº 0709656, manifesto, por meio deste TERMO, minha participação como orientador do(a) discente GEORGE FELIPE SILVA NOBRE, matriculado 2016000702 no Curso de GRADUAÇÃO EM MECÂNICA, comprometendo-me a acompanhar, orientar e avaliar o referido discente nas etapas necessárias ao desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso proposto.

Manaus- AM, 10 de Outubro de 2021.

Ailton Gonçalves Reis

Orientador

Ciente em, de de 20

Coordenador(a) do Curso

7.2- TERMO DE RESPONSABILIDADE DO QUALIFICADO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
CONSELHO SUPERIOR

ANEXO 2

TERMO DE COMPROMISSO DO ORIENTADO SOBRE AS NORMAS/REGULAMENTOS DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Eu, George Felipe Silva Nóbrega, estudante regularmente matriculado no Curso Superior de Engenharia Mecânica, do Instituto Federal do Amazonas, Campus Centro, estou ciente e concordo com as normas/regulamentos instituídos para o desenvolvimento do meu Trabalho de Conclusão de Curso. Outrossim, declaro seguir tal regimento. Por estar plenamente de acordo firmo o presente.

Cidade, AM, 04 de Novembro de 2021.

George Felipe Silva Nóbrega
Assinatura do estudante