



**Editora
Unesp**

**COMPARTILHANDO SABERES
CIENTÍFICOS EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO: Resultado dos Trabalhos
de Conclusão de Curso 2022**



**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFAMETRO
UNIDADE CARNEIRO DA CUNHA**

**Jefferson Pereira Ribeiro
Danielle Kely Saraiva de Lima
José Márcio Feitosa Monteiro
(Organizadores)**

ISBN: 978-65-5825-155-2

**COMPARTILHANDO SABERES CIENTÍFICOS
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: Resultado dos
Trabalhos de Conclusão de Curso 2022**
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFAMETRO
UNIDADE CARNEIRO DA CUNHA

**Jefferson Pereira Ribeiro
Danielle Kely Saraiva de Lima
José Márcio Feitosa Monteiro
(Organizadores)**

Centro Universitário – UNIESP

Cabedelo - PB
2022



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIESP

Reitora

Érika Marques de Almeida Lima Cavalcanti

Pró-Reitora Acadêmica

Iany Cavalcanti da Silva Barros

Editor-chefe

Cícero de Sousa Lacerda

Editores assistentes

Márcia de Albuquerque Alves
Josemary Marcionila F. R. de C. Rocha

Editora-técnica

Elaine Cristina de Brito Moreira

Corpo Editorial

Ana Margareth Sarmiento – Estética
Anneliese Heyden Cabral de Lira – Arquitetura
Daniel Vitor da Silveira da Costa – Publicidade e Propaganda
Érika Lira de Oliveira – Odontologia
Ivanildo Félix da Silva Júnior – Pedagogia
Jancelice dos Santos Santana – Enfermagem
José Carlos Ferreira da Luz – Direito
Juliana da Nóbrega Carreiro – Farmácia
Larissa Nascimento dos Santos – Design de Interiores
Luciano de Santana Medeiros – Administração
Marcelo Fernandes de Sousa – Computação
Paulo Roberto Nóbrega Cavalcante – Ciências Contábeis
Maria da Penha de Lima Coutinho – Psicologia
Paula Fernanda Barbosa de Araújo – Medicina Veterinária
Rita de Cássia Alves Leal Cruz – Engenharia
Rogério Márcio Luckwu dos Santos – Educação Física
Zianne Farias Barros Barbosa – Nutrição

Copyright © 2022 – Editora UNIESP

É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998) é crime estabelecido no artigo 184 do Código Penal.

O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade do(os) autor(es).

Diagramação e capa:
Márcia de Albuquerque Alves

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Padre Joaquim Colaço Dourado (UNIESP)

C737 Compartilhando saberes científicos em engenharia de produção : resultado dos trabalhos de conclusão de curso de 2022. [recurso eletrônico] / Organizadores, Jefferson Pereira Ribeiro, Danielle Kely Saraiva de Lima, José Márcio Feitosa Monteiro. - Cabedelo, PB : Editora UNIESP, 2022.
146 p. ; il. : color.

Centro Universitário UNIFAMETRO – Unidade Carneiro da Cunha
Tipo de Suporte: E-book
ISBN: 978-65-5825-155-2

1. Produção científica 2. Engenharia de produção. 3. Conhecimento científico. 4. Indústria. 5. Engenharia – Produção. I. Título. II. Ribeiro, Jefferson Pereira. III. Lima, Danielle Kely Saraiva de. IV. Monteiro, José Marcio Feitosa.

CDU : 001.891:658.5

Bibliotecária: Elaine Cristina de Brito Moreira – CRB-15/053

Editora UNIESP

Rodovia BR 230, Km 14, s/n,
Bloco Central – 2 andar – COOPERE
Morada Nova – Cabedelo – Paraíba
CEP: 58109-303

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	05
1 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA KAIZEN: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS - Alzir Fernando Moreira Sobrinho; Renan Torquato Almeida; Danielle Kely Saraiva de Lima; Jefferson Pereira Ribeiro; José Márcio Feitosa Monteiro	06
2 O USO DO KAIZEN E DO RELATÓRIO A3 COMO FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO PARA O PROCESSO PRODUTIVO DE PERFIL CONFORMADO - Gabriel Angel De Sousa Escouboue; Renan Torquato Almeida; Danielle Kely Saraiva de Lima; Jefferson Pereira Ribeiro; José Márcio Feitosa Monteiro	34
3 APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE PÁS EÓLICAS PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE - Camilla Suelen Juvenal Lucas; José Luciano Lopes da Costa Filho; Danielle Kely Saraiva de Lima; Jefferson Pereira Ribeiro; José Márcio Feitosa Monteiro	57
4 LOGÍSTICA REVERSA DAS EMBALAGENS DE INDÚSTRIA DO SETOR QUÍMICO - Rayanne Albuquerque Vieira; José Luciano Lopes da Costa Filho; Danielle Kely Saraiva de Lima; Jefferson Pereira Ribeiro; José Márcio Feitosa Monteiro	70
5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA TPM PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE BISCOITOS - Ruy Victor De Aquino Lopes; Gleison Ribeiro Cruz; Danielle Kely Saraiva De Lima; Jefferson Pereira Ribeiro; José Márcio Feitosa Monteiro	84
6 O ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS E SUA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DO VESTUÁRIO - Danrlley Roger Lima de Sousa; Gleison Ribeiro Cruz; Danielle Kely Saraiva De Lima; Jefferson Pereira Ribeiro; José Márcio Feitosa Monteiro	117

APRESENTAÇÃO

Esta obra se constitui da produção científica dos Cursos de Engenharia de Produção do Centro Universitário UNIFAMETRO, unidade Fortaleza. Sua elaboração contou com a coordenação dos Professores (as) Danielle Kely Saraiva de Lima, Jefferson Pereira Ribeiro e José Márcio Feitosa Monteiro e a colaboração dos (as) Professores (as) e discentes, tendo como arcabouço empírico a compilação de Trabalhos de Conclusão de Curso do ano de 2022, da instituição em epígrafe.

Desta forma, o (a) leitor (a) pode encontrar nesta produção uma diversidade de temas e metodologias que justificam sua relevância tanto no campo social, quanto no acadêmico, tendo como pano de fundo o cenário da Engenharia de Produção, o que pode vir a contribuir com as mais diversas e variadas pesquisas posteriores.

Uma excelente leitura a todos e todas!

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA KAIZEN: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

Alzir Fernando Moreira Sobrinho
Renan Torquato Almeida
Danielle Kely Saraiva De Lima
Jefferson Pereira Ribeiro
José Márcio Feitosa Monteiro

RESUMO

O atual Trabalho de Conclusão de Curso discorre sobre o emprego da ferramenta Kaizen e sua influência direta na melhoria de processos e no aumento da produtividade em uma indústria de cosméticos. Objetivando analisar quais foram os ganhos alcançados com a aplicação do Kaizen. A metodologia aplicada para a elaboração da pesquisa foi um estudo com a realização do Kaizen no setor de envase de líquidos, demonstrando o processo anterior e como o processo está após aplicação da melhoria, as fases da implantação durante o processo de melhoria e os ganhos no processo. São abordados nessa pesquisa, Filosofia Lean, Evento Kaizen e ferramentas da Qualidade.

Palavras-chave: Filosofia Lean; Evento Kaizen; Ferramentas da Qualidade.

ABSTRACT

The current undergraduate thesis talks about the use of Kaizens's tool and it's direct influence on process improvement and the raise of productivity at a cosmetics company. Aiming to analyze what were the achieved gains with the Kaizen's application. The methodology applied for the formulation of this research was a study with Kaizen's execution on liquids packaging, demonstrating the previous process and how it is now after applying this improvement, the deployment steps during the improvement process and the achieved gains with it. It is converted on this paper, Lean Philosophy, Kaizen's event and quality tools.

Key words: Lean Philosophy; Kaizen's event; Quality tools.

1 INTRODUÇÃO

Coggiola (2015) observa que a Revolução Industrial não se resume em inovação tecnológica, técnica e de processos, mas também em uma transformação da estrutura social na qual as ferramentas dão lugar a máquinas e o capitalismo se estabiliza como modelo produtivo predominante.

A indústria anteriormente tinha um perfil de produção em massa sem o intuito de personalização de produtos, porém devido à alta concorrência criada pela globalização fazendo com que os clientes se tornassem cada vez mais exigentes, a indústria agora adota um perfil mais mutável e ávido por mudanças (OHNO, 1997).

Tendo em vista a necessidade da qualidade e versatilidade nos produtos, as empresas buscam sempre melhoria em seus produtos e processos. Para que tal objetivo seja alcançado é indispensável uma gestão competente, que se dedique na qualidade dos seus produtos e no apuramento dos processos, sempre visando a redução de desperdícios (MCLEAN, 2015).

A Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing* é a filosofia que foca justamente no aumento da produtividade e na redução de desperdícios. De acordo com (WOMACK; JONES,1998) a Produção Enxuta é composta por equipes multiquilificadas em todos os níveis da organização, máquinas automatizadas e flexíveis no intuito de produzir em grandes quantidades e em grande variedade.

As organizações que adotam o *Lean* priorizam projetos rápidos de melhorias, estes chamados de eventos *Kaizen* (CHIARINI, 2013).

De acordo com Coutinho (2021), no portal da Voitto, no seu artigo sobre melhoria contínua, esclarece que a melhoria contínua acontece quando as empresas acolhem práticas no intuito de melhorar seus indicadores, seja por serviço, produto ou processo de maneira constante.

Com a disseminação da filosofia criada posterior a Segunda Guerra por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno na Toyota, assimilou-se que um caminho para o sucesso em meio a competitividade seria a caminhada incessante rumo a perfeição, ainda que não fosse possível obtê-la.

O kaizen, advindo desta filosofia é altamente difundido pelo globo e vem favorecendo as empresas com uma cultura que busca melhorias de forma incessante. Os eventos kaizen são a principal forma de aplicação do Kaizen dentro de uma organização, estes podem ser aplicados em diferentes ramos de negócio e se validam como uma boa prática ao demonstrarem melhorias na maneira de se administrar e na solução de problemas.

A empresa estudada é classificada, segundo sua receita bruta anual, como uma empresa de médio porte e decidiu dar início a implantação da Filosofia Lean através de um projeto Kaizen, visando benefícios de curto e médio prazo para a mesma.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FILOSOFIA LEAN

Fundamentado no Sistema Toyota de Produção, foi criado o *Lean* que objetiva o aumento da produtividade simultaneamente com a redução de desperdícios nos processos produtivos (Linker, 2004).

A parceria de Shigeo Shingo e Taiichi Ohno resultou no Sistema Toyota de Produção, que se fundamentavam nos seguintes pilares: JIT (*Just-In-Time*); 5s (*housekeeping*); Jidoka (Automação); TPM (*Total Productive Maintenance*); Kaizen (Melhor Contínua); SMED (*Single Minute Exchange of Die*); TQM (*Total Quality Management*); VSM (*Value Stream Mapping*); Kanban (cartões de ordem de produção); *Andon* (Alarmes luminosos) e Poka-Yoke (dispositivo à prova de erros) (SHINGO, 1996; SALCK ET. AL., 2010).

Assim a Filosofia *Lean* tem como propósito propiciar orientações que englobem todos os processos de uma empresa, sendo a melhoria contínua um conceito de suma importância, transformando a cultura da empresa em algo que os funcionários desta façam parte das mudanças e assegurem suas permanências.

2.2 DESPERDÍCIO LEAN

Segundo Ohno (1997) a primeira coisa a ser feita na aplicação do Lean é a identificação dos desperdícios, sendo estes:

1. Desperdício de Superprodução. Produzir além do necessário para o processo posterior da operação;
2. Desperdício de Espera. Momentos no processo onde acontecem ociosidade, devido à má estruturação de um fluxo;
3. Desperdício de Transporte. Movimentos dispensáveis de material, informações ou pessoas em torno do processo;
4. Desperdício de Processamento. Etapas do processo que não agregam valor ao produto;
5. Desperdício de Movimento. Ações de pessoas ou equipamentos que não agregam valor ao produto;
6. Desperdício de Produzir Itens/Produtos Defeituosos. Itens ou produtos que serão descartados ou deverão ser retrabalhados;
7. Desperdícios de Estoque. Os estoques tendem a ocultar desperdícios que ocorrem nas demais áreas. Ocupam espaço e devem ser reduzidos ou eliminados quando possível.

Em seu livro, O Sistema Toyota de Produção, Ohno (1997, p. 39) expõe “A eliminação completa desses desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem” sendo assim, gerando melhores ganhos e menores custos.

2.3 5S

Ballestero-Alvarez (2010) conceitua a ferramenta de 5s como um processo educacional que visa promover a mudança no comportamento das pessoas a partir de práticas participativas e do conhecimento de noções, mudança comportamental essa que proporciona suporte e apoio filosófico à qualidade de maneira ampla e à constante melhoria em todos os aspectos da vida humana.

Segundo Alves (2012) a ferramenta de 5S objetiva otimizar as condições de trabalho, tornando um ambiente benéfico para a otimização da qualidade e da produtividade a qual é baseada nos cinco sentidos listados abaixo:

- 1º S – SEIRI: Senso de utilização, separar o útil do inútil e eliminar o descartável;
- 2º S – SEITON: Senso de arrumação, identificar e arrumar tudo para que qualquer pessoa possa encontrar com agilidade;
- 3º S – SEISO: Senso de limpeza, manter o ambiente sempre higienizado e não sujar;
- 4º S – SEIKETSU: Senso de saúde e higiene, manter o ambiente auspicioso à saúde e ambiente;
- 5º S – SHITSUKE: Senso de alta disciplina, fazer destes conceitos uma rotina.

Para a aplicação e implantação da metodologia, Ballestero-Alvarez (2010) adota oito etapas para assegurar o sucesso na utilização do 5S, quais sejam:

- Sensibilidade: sensibilizar a alta administração para o compromisso e a continuidade do projeto, cabe ainda inserir o tema nas pautas de reuniões, proporcionarem avaliações de pontos críticos, incluírem o padrão 5S nas análises de instalações, ambiente, clima;
- Nomeação do grupo responsável: escolher uma liderança que entenda os conceitos da ferramenta e tenha como objetivo criar a estrutura para implantação do 5S, criar o plano diretor de implantação, treinar corretamente os diversos líderes nas várias áreas, promover a integração do 5S na empresa inteira;

- Anuncio oficial: A decisão de assumir e desenvolver o 5S na empresa deve ser anunciado publicamente à empresa;
- Treinamento do grupo responsável: execução de atividades para o estudo da ferramenta, tais como uso de conteúdo específico e esclarecedor; montagem de folhetos explicativos; visitas a outras organizações que já estejam implantando o programa 5S; cursos; palestras; debates; apresentações e outros semelhantes;
- Criação do plano de implantação: Definir as metas, os planos e as estratégias que serão usadas para alcançá-los e os meios que serão utilizados para a verificação de seu cumprimento ou não;
- Treinamento de disseminadores: treinar pessoas aptos à divulgar e explicar os conceitos do 5S aos demais colaboradores;
- Nomeação de comitês setoriais: identificar as responsabilidades nas áreas de trabalho;
- Treinamento dos comitês setoriais: treinar as pessoas para manter os postos de trabalho.

Ishikawa (1993) diz que a qualidade total está em atender as necessidades do mercado com homogeneidade nos processos para fabricar e vender um produto mais barato produzindo satisfação ao consumidor final. Os principais benefícios da metodologia 5S são:

- Maior produtividade pela redução da perda de tempo procurando por objetos. Só ficam no ambiente os objetos necessários e ao alcance da mão;
 - Redução de despesas e melhor aproveitamento de materiais. A acumulação excessiva de materiais estimula a desorganização;
 - Melhoria da qualidade de produtos e serviços;
 - Redução de acidentes do trabalho;
- Maior satisfação das pessoas com o trabalho.

2.4 BALANCEAMENTO OPERACIONAL

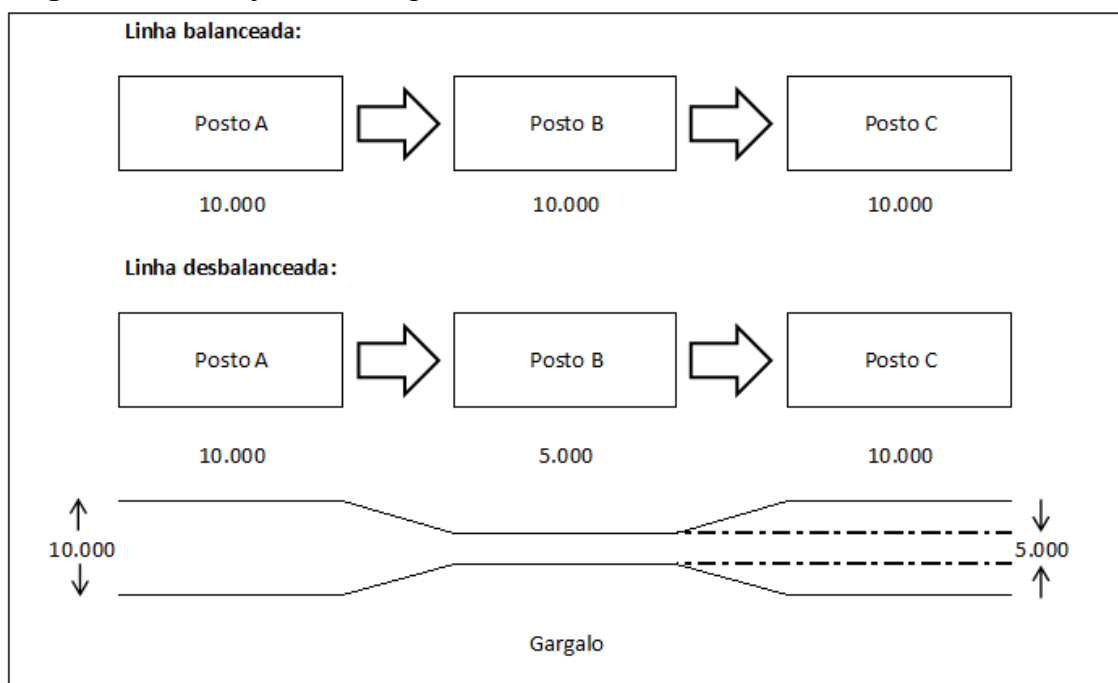
De acordo com Martins (2005), A eficiência e os tempos padrões de qualquer organização, são influenciados pelo tipo de fluxo, materiais, processos, tecnologia e as-

pectos da operação, onde observa a adversidade de medição dos processos que tem a intervenção humana devida suas habilidades individuais.

Os tempos padrões influenciam diretamente na definição do planejamento da produção, estabelecimento dos custos padrões e de dados necessários para o balanceamento das operações.

Segundo Rocha (2002), o balanceamento é um instrumento a ser empregue na produção em série, com arranjo físico linear, com o propósito de paridade entre as capacidades produtivas dos equipamentos utilizados em linha, privando que um posto de trabalho seja inibido por outro posto que esteja com capacidade produtiva inferior. Sendo assim, é utilizada a designação de “gargalo” para o processo ou máquina que limita as operações seguintes, reduzindo a velocidade ou a quantidade produzida, sendo estas menores que a velocidade ou produção dos postos de trabalhos seguintes, como ilustra a Figura 1:

Figura 1- Ilustração de Gargalo.



Fonte: Rocha (2002).

Para Martins (2005), a determinação do tempo padrão começa pelo cálculo da média de n cronometragens para se auferir o Tempo Ciclo (TC), em sequência calcular o Tempo Normal (TN) e determinar de forma abstrata a velocidade (V) normal de operação onde uma atividade normal é definida como 100% e por fim o Fator

de Tolerância (FT) que varia entre 15% e 20% do tempo para trabalhos normais executados em um ambiente normal, para as industriais.

Média das n cronometragens (TC);

Cálculo do tempo normal (TN):

$$TN = TC \times V \quad \text{Fórmula (1)}$$

Cálculo do tempo padrão (TP);

$$TP = TN \times FT \quad \text{Fórmula (2)}$$

Segundo Moreira (2002), a definição do Tempo Padrão deve seguir uma ordem definida de levantamentos e análises para se alcançar um resultado mais preciso. A etapa inicial, acontece no posto de trabalho, onde o cronoanalista deve selecionar o método utilizado para leitura, aferir o ritmo do colaborador e escolher o quantos ciclos devem ser cronometrados. Por meio dos resultados descobertos nas amostras, na segunda fase é possível definir o Tempo Elementar (TE), o Tempo Normal (TN) e o Tempo Padrão (TP), que pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$TN = TE \times FAR \quad \text{Fórmula (3)}$$

O Tempo Elementar (TE) é a média dos tempos das amostragens, e o FAR que dizer fator de ritmo do colaborador. O cronoanalista deve analisar se a habilidade e esforço aplicado pelo funcionário é tido como normal para os padrões da empresa, caso contrário pode ser utilizado uma tabela específica do modelo Westinghouse, como é mostrada na Tabela 1, para ajustar o tempo considerado normal do operador:

Tabela 1- Determinação do Fator de Ritmo do funcionário

TABELA PARA CÁLCULO DAS MAJORAÇÕES - Westinghouse

Determinação do Fator de Avaliação de Ritmo - FAR

HABILIDADE			ESFORÇO		
0,15	A-1	Superior	0,13	A-1	Superior
0,13	A-2		0,12	A-2	
0,11	B-1	Excelente	0,10	B-1	Excelente
0,08	B-2		0,08	B-2	
0,06	C-1	Boa	0,05	C-1	Boa
0,03	C-2		0,02	C-2	
0	D	Normal	0	D	Normal
- 0,05	E-1	Regular	- 0,04	E-1	Regular
- 0,10	E-2		- 0,08	E-2	
- 0,16	F-1	Fracá	- 0,12	F-1	Fracá
- 0,22	F-2		- 0,17	F-2	

Fonte: Própria., Notas de Treinamento 2020.

Ao calcular o TN é possível encontrar o Tempo Padrão (TP) com a seguinte fórmula:

$$TP = TN \times FTA$$

Fórmula (4)

O FTA indica as tolerâncias aceitáveis pela empresa. Para Moreira (2002), é normal usar 15% para este coeficiente pois abarca tolerâncias admissíveis para fadiga, necessidades pessoais e esperas que fazem parte do processo. Todavia, também é possível que o cronoanalista possa definir usando uma tabela, onde o coeficiente irá variar de acordo com as características do ambiente de trabalho, conforme Tabela 2:

Tabela 2 - Determinação de Tolerâncias

ESFRÇO MENTAL			ESFORÇO FÍSICO			NECESSIDADE PESSOAL		0,0185
Leve	0,6%	0,006	Muito leve	1,8%	0,018	TEMPO DE RECUPERAÇÃO		
Médio	1,8%	0,018	Leve	3,6%	0,036	(somente p/ máquinas automáticas)		
Pesado	3,0%	0,030	Médio	5,4%	0,054	Duração da recp. (min)		fator
			Pesado	7,2%	0,072	0 a 0,09		-0,0100
			Muito pesado	9,0%	0,090	0,10 a 0,17		-0,0090

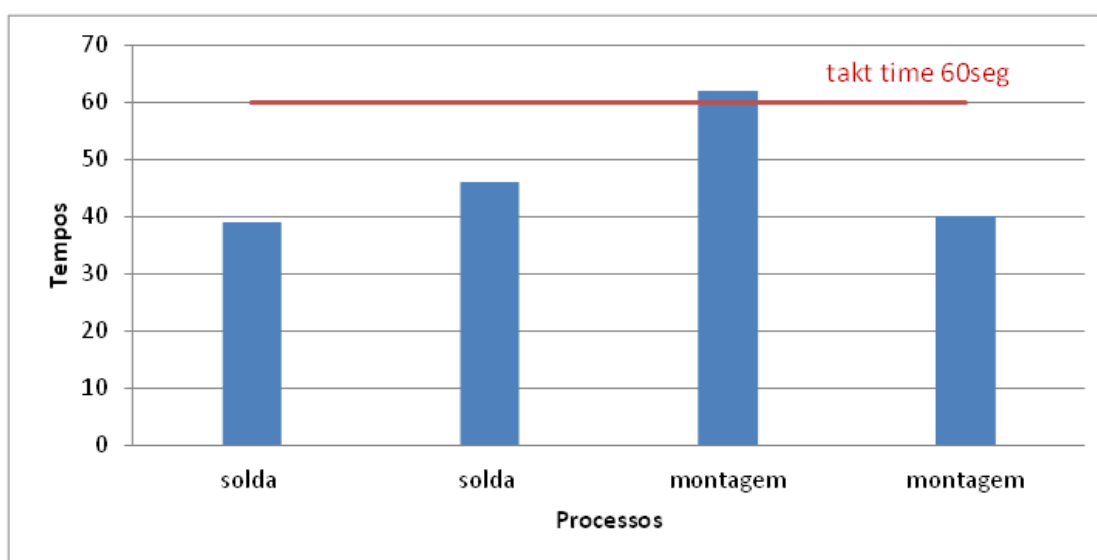
MONOTONIA		0,18 a 0,25	-0,0080
Duração do Ciclo (seg)	Abono (%)	0,26 a 0,33	-0,0071
de 0 a 3,5	0,078	0,34 a 0,42	-0,0062
de 3,6 a 15,0	0,054	0,43 a 0,50	-0,0054
de 16,0 a 30,0	0,036	0,51 a 0,58	-0,0046
de 31,0 a 60,0	0,021	0,59 a 0,67	-0,0039
de 61,0 a 240,0	0,015	0,68 a 0,75	-0,0032
de 241,0 a 480,0	0,010	0,76 a 0,83	-0,0026
de 241,0 a 720,0	0,006	0,84 a 0,92	-0,0020
acima de 721	0,003	0,93 a 1,00	-0,0015
Ciclo indistinto	0,010		

Fonte: Própria., Notas de treinamento, 2020.

Segundo Rother e Shook (2003) o gráfico de balanceamento de operador (GBO) é utilizado para definir quais tarefas os colaboradores realizam em seu posto de trabalho, as atividades são divididas em operações que agregam valor ao produto e a linha do *takt time*, que é o tempo em que se deve produzir uma peça ou produto, se baseando no ritmo de vendas para suprir a demanda dos clientes, está presente no gráfico como referência para a divisão de tarefas e balanceamento.

Rother e Shook (2003) apresentam na Figura 2 o Gráfico de Balanceamento inicial:

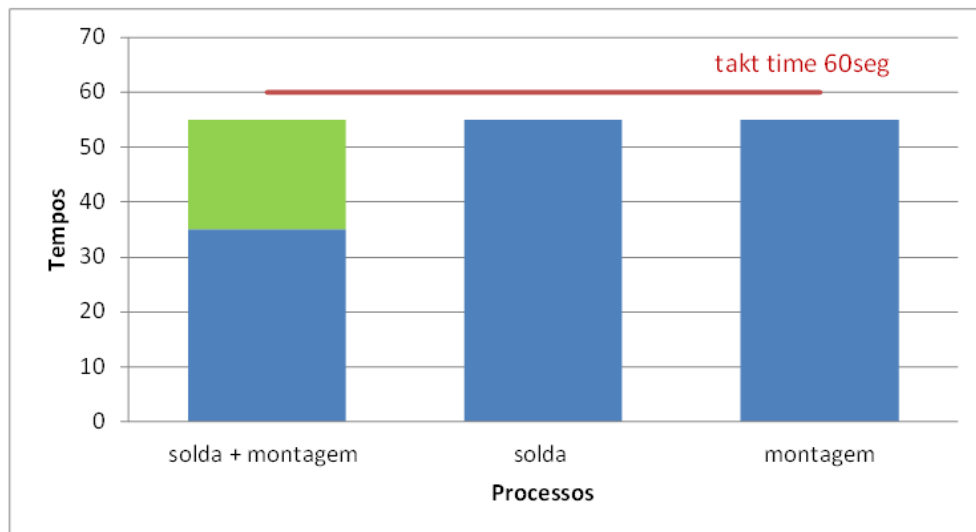
Figura 2 - Gráfico de Balanceamento Inicial.



Fonte: Rother e Shook (2003).

Posterior ao mapeamento e a análise do estado atual, Rother e Shook (2003) recomendam o início do *Kaizen* das operações que não agregam valor na linha de produção, procurando racionalizar o trabalho, para que quando seja desenhado o estado futuro da linha de produção, seja levado em conta as melhorias propostas durante a fase do kaizen. Rother e Shook (2003) demonstra na Figura 3 o Gráfico de Balanceamento proposto onde mostra as atividades dos operadores e os tempos operacionais padronizados:

Figura 3 - Gráfico de Balanceamento Proposto.



Fonte: Rother e Shook (2003).

Sendo assim, o Gráfico de Balanceamento Proposto ilustra um cenário mais equilibrado entre as etapas de produção, uma aglutinação entre as atividades de solda e montagem, e um melhor aproveitamento do processo como um todo.

2.5 KAIZEN

O Kaizen é uma metodologia que tem por significado mudar para melhor, e quando aplicado no âmbito da indústria, leva consigo a conotação de melhoria contínua dos gerentes, trabalhadores e dos processos. Segundo Gomes Neto (2012) a melhoria contínua acontece através de metodologias sistemáticas que possibilitam uma análise severa dos problemas rotineiros que afetam direta e indiretamente os resultados, identificando, assim, as causas raízes e fazendo ser possível o desenvolvimento de planos de ação que superam paradigmas e conceitos mal formulados já inseridos.

A palavra Kaizen tem como ideia geral uma melhoria contínua, esta metodologia foi progressivamente desenvolvida ao longo de décadas, sendo mais conhecido pela sua utilização no sistema Toyota de produção.

Os eventos Kaizen tem como objetivo otimizar a produtividade sem que os custos destes sejam alterados. Os eventos kaizen, costumam combinar princípios e técnicas lean, alguns destes são: troca rápida de ferramentas (TRF); mapeamento do fluxo de valor (MFV); trabalho padronizado; takt time (GLOVER et al., 2013; ROTHER; SHOOK, 2003).

São iniciativas focadas nas melhorias de uma área limitada, ocorrendo dentro de um tempo determinado, normalmente uma semana (LARAIA; MOODY; HALL, 2009).

Conseqüentemente existe a possibilidade de fazer eventos Kaizen focados para cada um dos desperdícios citados acima, assim inserindo diversas ferramentas retiradas do *Lean Thinking*. De toda forma, nada entrava que as organizações criem seus eventos Kaizen de forma mais adequada a sua realidade, desde que orientados para melhoria de indicadores, métodos etc

3 METODOLOGIA

A dada pesquisa foi desenvolvida baseada em um Estudo de Caso, que segundo Severino (2007), se constitui de um objeto de pesquisa particular, tendo como objeto o empenho das suas particularidades características.

A pesquisa teve como alvo, reduzir o tempo de envase de alguns produtos, aumentar o aproveitamento da mão de obra empregada na linha, balanceando os processos, melhorar a ergonomia e introduzir conceitos básicos sobre *Lean* na cultura da empresa.

De maneira geral, a Linha de Produção onde os produtos de 5l e 2l são envasados, produtos estes de grande participação na fatura da empresa, possuem os seguintes processos: Alimentar Esteira, Rotular, Envasar, Posicionar Tampa/Tampar, Montar Caixa, Encaixotar e Paletizar. Os processos manuais são realizados por um único colaborador, sendo assim também com os processos de Montar Caixa e Encaixotar. Foi observado que, na produção de 5l, estes processos separadamente apresentam picos de ociosidade dos colaboradores. Além disso, na ótica

ergonômica das atividades, os processos apresentam pontos de alerta gerando a necessidade de revisão ao serem realizadas. E por fim, foi levantado a necessidade de explorar os parâmetros de funcionamento da máquina envasadora, com o intuito de aproveitar melhor o recurso, aumentar a produtividade e atualizar as metas desses produtos.

Sendo assim, notou-se que a linha de produção em questão apresenta oportunidade de melhorias.

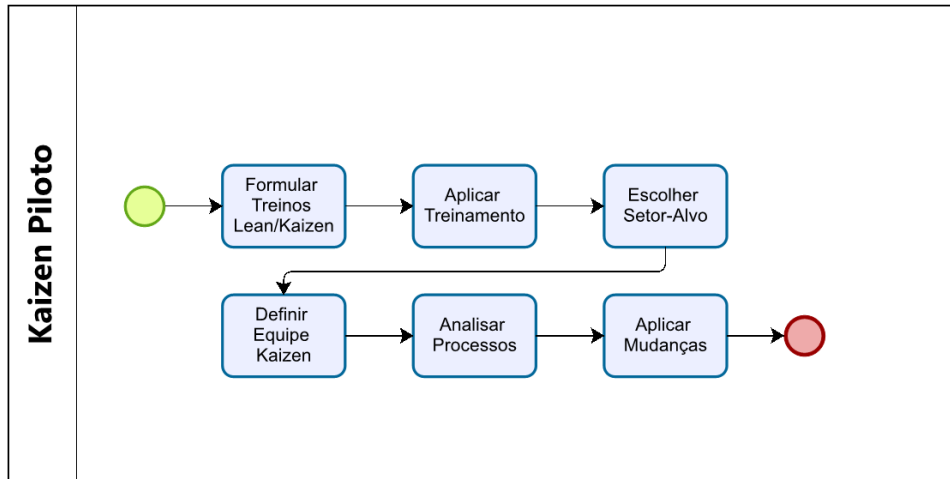
De início, a equipe de Engenharia juntamente com Tempos & Métodos desenvolveu e aplicou treinamentos sobre alguns conceitos de Lean, com priorização do Kaizen que iria ser posto em prática posteriormente, levando em conta a realidade da empresa naquele momento.

Foi realizado um *Brainstorming* com vários funcionários, desde gerentes aos operadores para que se definisse o setor no qual seria implantado o *Kaizen*. O setor escolhido foi o Setor de Envase, pois este apresentava pontos de melhorias que poderiam ser otimizados de forma simples e que poderiam ser significativos. Após definição do setor, formou-se a equipe *Kaizen*. Toda a equipe de Engenharia assim como Tempos & Métodos integrou a equipe juntamente com os funcionários do setor alvo.

3.1 TRATAMENTO DOS DADOS

Com o objetivo de implantar um Evento Kaizen que impactasse positivamente na produtividade, na redução de desperdício e no melhor aproveitamento de recursos como máquinas e mão de obra de um Setor-Alvo, a equipe de Engenharia estabeleceu as etapas de implantação do projeto assim como ilustra o Fluxograma 1.

Fluxograma 1- Fluxograma Kaizen Piloto.



Fonte: O Autor, 2022.

1º ETAPA - Inicialmente, a equipe de Engenharia formulou e ministrou treinamentos relacionados aos conceitos Lean, tendo como o objetivo a aplicação de Eventos Kaizen, adaptados à realidade da empresa.

A equipe de Engenharia compilou conteúdos de introdução à filosofia Lean focado na Melhoria Contínua e produziu em forma de slides um treinamento didático para ser ministrado aos colaboradores da fábrica.

2º ETAPA - Os treinos foram realizados em uma sala para treinamentos com os colaboradores de acordo com a disponibilidade de cada grupo, já que tudo fora feito em paralelo à produção.

3º ETAPA - No fim do treinamento, foi utilizada a técnica Brainstorming com os participantes com o objetivo de definir o setor para a aplicação do primeiro Evento Kaizen. O setor contemplado foi o de Envase de Líquidos, com foco na Linha de Produção 15, na qual era um setor que apresentava vários problemas de processo que poderiam ser resolvidos sem muito esforço e a gerência via como um setor chave para os indicadores da fábrica.

4º ETAPA - Em sequência da definição do Setor-Alvo, foi feita também a definição dos integrantes da equipe de implantação do projeto Kaizen. Toda equipe de Engenharia fez parte da equipe Kaizen, assim como os operadores que integravam a Linha de Produção escolhida como piloto. O supervisor de produção responsável pelo setor de Envase de Líquidos também fora adicionado nesta equipe.

5° ETAPA - Os processos da Linha de Produção escolhida foram analisados. Destes processos alguns foram escolhidos pelo líder da equipe para integrar o Evento Kaizen Piloto. Estes são: Encaixotamento de produtos e Envase de líquidos.

Foi realizada uma análise total de cada um desses processos, verificando o cenário atual destes. As informações foram apuradas e as metas decididas. As metas são relativas ao contexto na qual a fábrica estava vivendo, já que a produção não podia parar, o evento Kaizen fora realizado paralelamente com as atividades já programadas de produção.

6° ETAPA - Posteriormente às metas, novamente fora utilizada a ferramenta Brainstorming, para sugestão de melhorias. Assim sendo definidas as propostas de melhoria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MELHORIA NO PROCESSO DE ENVASE

Ao iniciar a produção de um determinado produto, um operador de máquina selecionará uma configuração de parâmetros na Interface Homem-Máquina da envasadora. Esta configuração chamada de Receita, é um conjunto de parâmetros de velocidade em que os componentes da Envasadora irão atuar no processo de envase de um determinado produto. As Receitas levam esse nome pois podem ser salvas na memória da Interface Homem-Máquina. A Figura 5 é um exemplo de uma das telas de configurações de parâmetros da máquina.

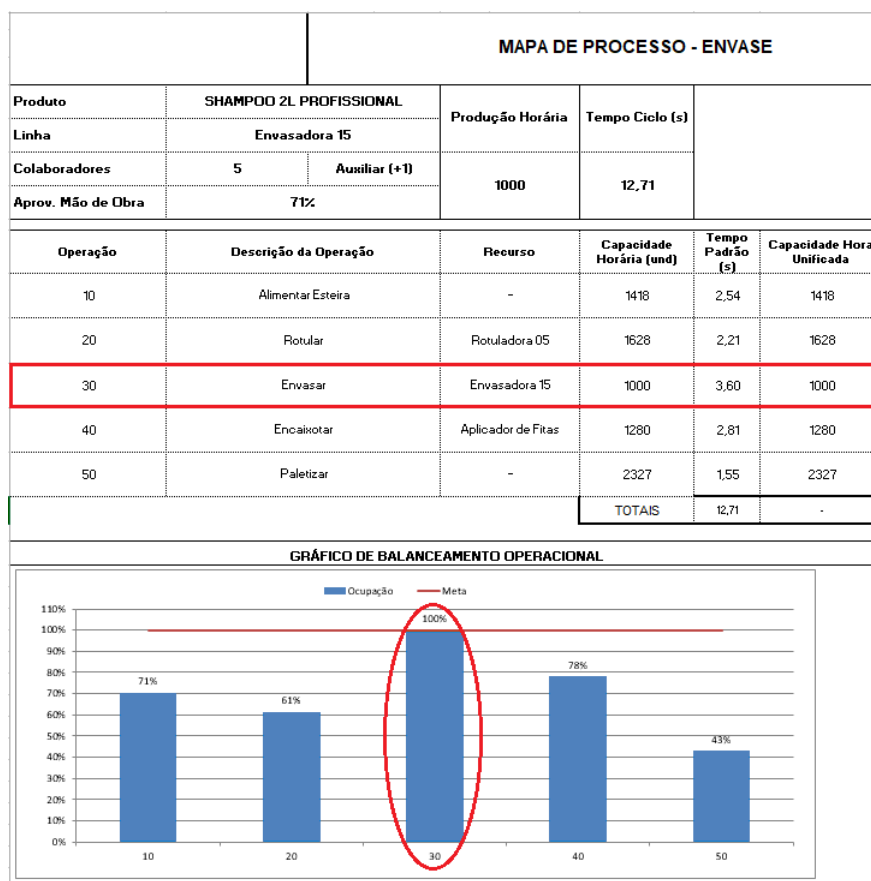
Figura 4 - Interface Homem-Máquina da Envasadora.



Fonte: Autor, 2022.

Durante o uso da ferramenta *Brainstorming*, após o treinamento, foi debatido sobre a relação dos parâmetros de envase em relação às metas estabelecidas e informadas ao Setor de PCP. Utilizando dos Mapas de Processos do setor, onde estão apontados os Gráficos de Balanceamento Operacionais de cada produto, se tinha a informação de que a Capacidade de produção da maior parte dos produtos era definida baseada na capacidade doo processo de envase. E a capacidade produtiva dessa operação está diretamente relacionada às características do produto a ser envasado no frasco e nos parâmetros configurados em sua Receita. Identificou-se então um ponto a ser melhorado, já que as configurações diariamente utilizadas eram padrões que foram estabelecidos baseados na orientação do fabricante da máquina envasadora, mas nunca tinham sido exploradas com o intuito de alcançar um melhor aproveitamento da máquina e de um possível aumento na sua produtividade. A Figura 6 é ilustra um Mapa de Processo que indica o processo de envase como o gargalo da linha de produção.

Figura 5 - Identificação do Gargalo.



Fonte: Autor, 2022.

Como é demonstrado na Figura 6, vemos que a operação 30 deste processo (Envasar), tem uma capacidade horária menor que as demais operações que à antecedem e que veem em seguida, sendo assim, esta operação estabelece a capacidade do processo já que as atividades posteriores por mais que possam produzir mais, terão de esperar esta etapa do processo que as antecedem.

Foram feitas coletas e análises dos dados do processo através do acompanhamento de direto da Linha de Produção escolhida. Os dados coletados, foram as receitas dos produtos com maior rotatividade na dada Linha de produção. A Figura 7 mostra os dados obtidos na produção de *shampoo 2l*.

Figura 6 - Parâmetros anteriores shampoo 2l

REGULAGEM ENVASADORA		
Bomba (Hz)	-	20
Barra Entrada	-	0,3
Barra Saída	-	0,4
Estabilidade Frasco	-	1,1
Intervalos Entre Bicos	-	0,05
Tempo Pistão	-	0,6
Esteira Envasadora	-	90
Esteira Final	-	20
Velocidade do Disco	-	N/C
Tracionador Rosqueadora	-	50
Tracionador Tampa	-	40
Sobe e Desce	-	Desligado
Parada da Esteira	-	Desligado
Descida	-	-
Subida	-	-

Fonte: Autor, 2022.

Após o levantamento dos parâmetros anteriores, utilizando das tabelas do sistema *Westinghouse* e com o suporte de uma planilha própria para cálculo, foram feitos os cálculos de Tempo Padrão do processo, o Tempo de Ciclo do Produto e a Capacidade Horária, assim como mostra a Figura 8.

Figura 7 - Produção por Hora do Shampoo 2l.

MAPA DE PROCESSO - ENVASE					Código: MAP-ENV-089				
					Revisão:				
					Data da revisão:				
Produto	SHAMPOO 2L PROFISSIONAL		Produção Horária	Tempo Ciclo (s)					
Linha	Envasadora 15								
Colaboradores	5	Auxiliar (+1)	1000	12,71					
Aprov. Mão de Obra	71%								
Operação	Descrição da Operação	Recurso	Capacidade Horária (und)	Tempo Padrão (s)	Capacidade Hora Unificada	Mão de Obra	Mão de Obra Arredondada	Ocupação	Unir Atividades
10	Alimentar Esteira	-	1418	2,54	1418	0,71	1	71%	
20	Rotular	Rotuladora 05	1628	2,21	1628	0,61	1	61%	
30	Envasar	Envasadora 15	1000	3,60	1000	1,00	1	100%	
40	Encaixotar	Aplicador de Fitas	1280	2,81	1280	0,78	1	78%	
50	Paletizar	-	2327	1,55	2327	0,43	1	43%	
TOTALS				12,71	-	3,63	5	71%	

Fonte: Autor, 2022.

Posteriormente ao levantamento e registro dos dados, a equipe *Kaizen*, conduziu testes modificando os parâmetros seguindo os seguintes requisitos:

- As mudanças não podem afetar de forma negativa a qualidade dos frascos;
- Não podem afetar de forma negativa a qualidade do líquido envasado;
- A máquina não poderá trabalhar no máximo de suas configurações, para evitar falhas futuras;
- As mudanças só serão validadas se trouxerem aumento da produtividade do produto e for acompanhado pelo período de 1 semana;

Sendo assim, respeitando os requisitos, a equipe testou e acompanhou o desempenho da linha durante o período de tempo determinado. A Figura 9 mostra os parâmetros encontrados durante os testes que atendiam os requisitos citados acima.

Figura 8 - Parâmetros Atuais Shampoo 2l.

REGULAGEM ENVASADORA		
Bomba (Hz)	-	23,0
Barra Entrada	-	0,15
Barra Saída	-	0,3
Estabilidade Frasco	-	1,0
Intervalos Entre Bicos	-	0,01
Tempo Pistão	-	0,6
Esteira Envasadora	-	95
Esteira Final	-	20
Velocidade do Disco	-	N/C
Tracionador Rosqueadora	-	50
Tracionador Tampa	-	40
Sobe e Desce	-	Desligado
Parada da Esteira	-	Desligado
Descida	-	-
Subida	-	-

Fonte: Autor, 2022.

Assim como no estado anterior, no atual foram feitos os mesmos cálculos para visualização dos ganhos obtidos na aplicação das mudanças. Na Figura 10 podemos contemplar os resultados positivos.

Figura 9 - Produção Horária atual Shampoo 2l

Produto	SHAMPOO 2L PROFISSIONAL		Produção Horária	Tempo Ciclo (s)						
Linha	Envasadora 15									
Colaboradores	5	Auxiliar (+1)	1200	12,11						
Aprov. Mão de Obra	81%									
Operação	Descrição da Operação	Recurso	Capacidade Horária (und)	Tempo Padrão (s)	Capacidade Hora Unificada	Mão de Obra	Mão de Obra Arredondada	Ocupação	Unir Atividades	
10	Alimentar Esteira	-	1418	2,54	1418	0,85	1	85%		
20	Rotular	Rotuladora 05	1628	2,21	1628	0,74	1	74%		
30	Envasar	Envasadora 15	1200	3,00	1200	1,00	1	100%		
40	Encaivotar	Aplicador de Fitas	1280	2,81	1280	0,94	1	94%		
50	Paletizar	-	2327	1,55	2327	0,52	1	52%		
TOTAIS				12,11	-	4,04	5	81%		

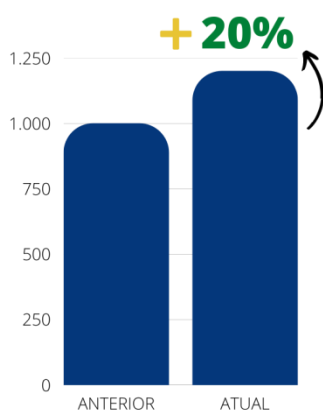
Fonte: Autor, 2022.

Após a realização destas medidas, o processo de envase do Shampoo 2l apresentou ganhos como, 200 frascos a mais por hora e o aumento de 10% no aproveitamento dos recursos empregados na Linha de Produção.

Já que as mudanças seguiram todos os requisitos, a nova Receita foi padronizada e a meta fornecida ao Setor de PCP que antes era de 1000 frascos por hora, agora sendo atualizada para 1200 frascos por hora. O Gráfico 1 mostra o ganho de 20% da produtividade baseado na relação de unidades produzidas por recurso máquina por hora.

Assim como nas etapas anteriores, foram feitas coletas e análises dos dados do processo através do acompanhamento direto da produção de outro produto. A Figura 11 mostra os dados obtidos na produção de shapoo 5l.

Gráfico 1 - Ganho de Produtividade 2l.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 10 - Parâmetros anteriores shampoo 5l.

REGULAGEM ENVASADORA		
Bomba (Hz)	-	30
Barra Entrada	-	0,8
Barra Saída	-	0,4
Estabilidade Frasco	-	1,1
Intervalos Entre Bicos	-	0,5
Tempo Pistão	-	0,6
Esteira Envasadora	-	80
Esteira Final	-	30
Velocidade do Disco	-	N/C
Tracionador Rosqueadora	-	50
Tracionador Tampa	-	40
Sobe e Desce	-	Desligado
Parada da Esteira	-	Desligado
Descida	-	-
Subida	-	-

Fonte: Autor, 2022.

Novamente, posterior ao levantamento dos parâmetros anteriores, utilizando das tabelas do sistema Westinghouse e com o suporte de uma planilha própria para cálculo, foram feitos os cálculos de Tempo Padrão do processo, o Tempo de Ciclo do Produto e a Capacidade Horária, assim como mostra a Figura 12.

Figura 11 - Produção por Hora do Shampoo 5l.

Operação	Descrição da Operação	Recurso	Capacidade Horária (und)	Tempo Padrão (s)	Capacidade Hora Unificada	Mão de Obra	Mão de Obra Arredondada	Ocupação	Unir Atividades
10	Alimentar Esteira	Caivote	2013	1,79	2013	0,35	1	35%	
20	Rotular	Rotuladora 4	2309	1,56	-	-	-	30%	
30	Envasar	Envasadora 15	700	5,14	700	1,00	1	100%	
40	Posicionar Tampa	Posicionador Tampa	5540	0,65	-	-	-	13%	
50	Rosquear	Rosqueadora Retifica	1512	2,38	-	-	-	46%	
60	Montar Caixa + Encaixotar	Suporte + Seladora	995	3,62	995	0,70	1	70%	
70	Paletizar	-	1227	2,93	1227	0,57	1	57%	
TOTALS				18,07	-	2,62	4	66%	

Fonte: Autor, 2022.

Posteriormente ao levantamento e registro dos dados, a equipe Kaizen, conduziu testes modificando os parâmetros seguindo os mesmos requisitos do teste anterior. Sendo assim, respeitando os requisitos, a equipe testou e acompanhou o desempenho da linha durante o período de tempo determinado. A Figura 13 mostra os parâmetros encontrados durante os testes.

Figura 12 - Parâmetros Atuais Shampoo 5l

REGULAGEM ENVASADORA		
Bomba (Hz)	-	35
Barra Entrada	-	0,6
Barra Saída	-	0,4
Estabilidade Frasco	-	1,1
Intervalos Entre Bicos	-	0,05
Tempo Pistão	-	0,6
Esteira Envasadora	-	95
Esteira Final	-	30
Velocidade do Disco	-	N/C
Tracionador Rosqueadora	-	50
Tracionador Tampa	-	40
Sobe e Desce	-	Desligado
Parada da Esteira	-	Desligado
Descida	-	-
Subida	-	-

Fonte: Autor, 2022.

Igualmente aos cálculos na situação anterior, na atual foram feitos os cálculos para visualização dos ganhos obtidos na aplicação das mudanças. Na Figura 14 podemos contemplar os resultados positivos.

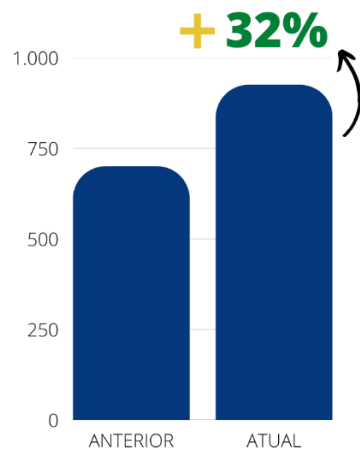
Figura 13 - Produção Horária atual Shampoo 5l

Operação	Descrição da Operação	Recurso	Capacidade Horária (und)	Tempo Padrão (s)	Capacidade Hora Unificada	Mão de Obra	Mão de Obra Arredondada	Ocupação	Unir Atividades
10	Alimentar Esteira	Caixote	2013	1,79	2013	0,46	1	46%	
20	Rotular	Rotuladora 4	2309	1,56	-	-	-	40%	
30	Envasar	Envasadora 15	925	3,89	925	1,00	1	100%	
40	Posicionar Tampa	Posicionador Tampa	5540	0,65	-	-	-	17%	
50	Rosquear	Rosqueadora Retífica	1512	2,38	-	-	-	61%	
60	Montar Caixa + Encaixotar	Suporte + Seladora	995	3,62	995	0,93	1	93%	
70	Paletizar	-	1227	2,93	1227	0,75	1	75%	
				TOTAIS					
					16,82	-	3,14	4	79%

Fonte: Autor, 2022.

Posterior à realização destas mudanças, o processo de envase do Shampoo 5l apresentou ganhos como, 235 frascos a mais por hora e o aumento de 13% no aproveitamento dos recursos empregados na Linha de Produção.

Levando em conta que as mudanças seguiram todos os requisitos, essa nova Receita foi também padronizada e a meta fornecida ao Setor de PCP que antes era de 700 frascos por hora, agora sendo atualizada para 925 frascos por hora. O Gráfico 2 mostra o ganho de 32% da produtividade baseado na relação de unidades produzidas por recurso máquina por hora trabalhada.

Gráfico 2 - Ganho de Produtividade 5l

Fonte: Autor, 2022

4.2 OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO

Tal como ilustrado na Figura 14, a operação de “Montar Caixa + Encaixotar” era dividida em duas operações, cada uma realizada por um colaborador diferente. A Tabela 3 revela os dados coletados do cenário passado da operação.

Tabela 3 - Cronoanálise de operações.

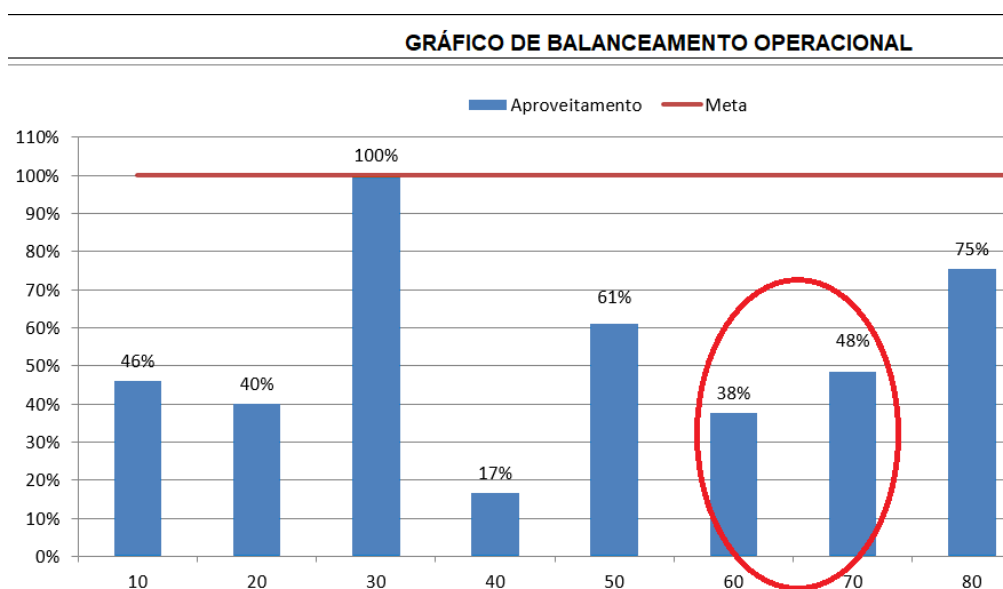
Operação	60	70
Descrição da Operação	Montar Caixa	Encaixotar
1	4,86	6,81
2	3,74	6,42
3	5,69	7,25
4	4,63	6,18
5	5,49	6,78
6	6,04	5,85
7	5,55	7,06
8	4,99	6,69
9	4,27	6,37
10	5,53	3,81
11	5,58	6,41
12	4,81	7,84
13	5,36	6,72
14		7,58
Média	5,12	6,56
Deslocamento		
Setup		
Frequência	4	4

Tempo Normal	1,2796	1,6388
Habilidade	0,0000	0,0000
Esforço	0,0000	0,0000
Esf. Mental	0,0060	0,0060
Esf. Físico	0,0180	0,0180
Temp./Umidade	0,0170	0,0170
Monotonia	0,0780	0,0780
Posição	0,0108	0,0108
Recuperação		
Nec. Pessoais	0,0185	0,0185
Soma	0,1483	0,1483
Tempo Padrão	1,4694	1,8818
Capacidade	2.450	1.913

Fonte: Autor, 2022.

Posterior à análise desses dados, parte da equipe *kaizen* integrada pelo setor de Tempos & Métodos, sugeriu a aglutinação das duas operações, no que resultaria em uma otimização de processo causada por uma redução no custo de produção, já que apenas um colaborador exerceria as duas atividades, assim, enxugando o processo. O Gráfico 3 demonstra graficamente o aproveitamento da Mão-de-Obra em relação a Capacidade de produção da Linha de Produção.

Gráfico 3 – Gráfico de Balanceamento Operacional (GBO) Anterior.

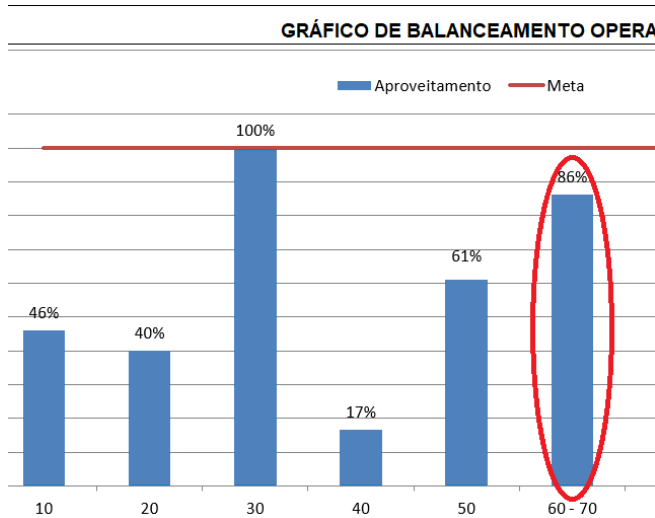


Fonte: Autor, 2022.

Ao analisar o Gráfico de Balanceamento Operacional (GBO), foi feita uma estimativa de como ficaria o gráfico após as duas operações serem unificadas e exercidas por apenas um colaborador. Se baseando nos mesmos cálculos usados

para gerar o gráfico anterior. O Gráfico 4 demonstra o aproveitamento da Mão-de-Obra estimada.

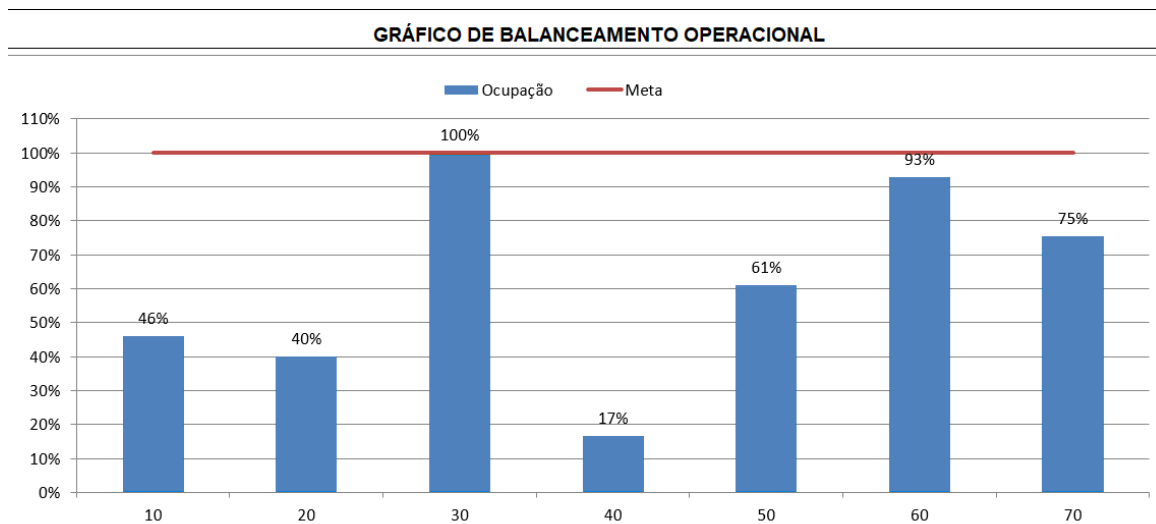
Gráfico 4 - GBO Estimado.



Fonte: Autor, 2022.

Após estimar o percentual do aproveitamento da Mão-de-Obra nesse redesenho do processo, seguiram-se os testes para validação. Os testes foram analisados por cronoanálise. A seguir, no Gráfico 5, temos uma demonstração de como ficou o gráfico real.

Gráfico 5 - GBO Atual.



Fonte: Autor, 2022.

Logo após a nova operação ser acompanhada e medida, pode ser visto que a ocupação do colaborador na operação redefinida superou 7% do estimado, porém ainda sim ficou abaixo da linha que demarca a Capacidade da Linha de Produção. Sendo assim, a operação sendo exercida por apenas um colaborador não se identifica como gargalo, validando a proposta anterior de produzir a mesma quantidade de unidades por hora enxugando um recurso de Mão-de-Obra do processo.

4.3 MELHORIA ESTRUTURAL ERGONÔMICA VOLTADA A SAÚDE.

Durante o uso da ferramenta *Brainstorming*, também foi listado por alguns colaboradores que integravam a Linha de Produção, que a jornada de trabalho de 9 horas era mais árdua, pois não haviam assentos para aliviar o cansaço.

Tendo isso em mente, a equipe *Kaizen* consultou o Técnico em Segurança do Trabalho da empresa para que ele indicasse o tipo de assento mais adequado para aquele setor. O banco escolhido e adquirido pela empresa foi o Assento semi-sentado de PU, pois este permite descansar as pernas e coluna sem limitar a mobilidade do colaborador no momento de suas atividades laborais. A Figura 15 ilustra o assento adquirido.

Figura 14 - Assento semi-sentado PU



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fundamentado na análise dos resultados pode-se afirmar que a aplicação do Projeto Kaizen foi um sucesso, os objetivos propostos foram efetuados e houve uma otimização considerável nos processos de produção de shampoo de 2l e de 5l, assim como um ajuste ergonômico na Linha de Produção, fornecendo ganhos para o Setor de Envase e o bem-estar de seus colaboradores. A aplicação do Projeto Kaizen no Setor de Envase proporcionou os seguintes ganhos: aumento da produtividade do processo de envase de dois produtos, melhoria de processo ao readequar a mão-de-obra e se manter produtivo, e um conforto ergonômico para os colaboradores. O projeto também gerou uma mudança na mentalidade dos funcionários da empresa, trazendo uma aceitação da cultura Lean, que se mantém até o presente momento.

REFERÊNCIAS

ALVES, Vera L. de Souza. **Gestão da Qualidade**. 2^o Edição, São Paulo: Editora Martinari, 2012.

BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. **Gestão da Qualidade, Produção e Operações**. 1^o Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2010.

CHIARINI, Andrea. *Lean Organization: From The Tools Of The Toyota Production System To Lean Office*, Volume 3. Published by Springer Milan. 2013.

COGGIOLA, Osvaldo. **DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL AO MOVIMENTO OPERÁRIO** As origens do mundo contemporâneo. [s.l.] 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Osvaldo-Coggio-la/publication/287205625_Revolucion_Industrial_e_Movimento_Operario_As_origens_do_mundo_contemporaneo/links/5673188208ae1557cf49472a/Revolucion-Industrial-e-Movimento-Operario-As-origens-do-mundo-contemporaneo.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2022.

COUTINHO, T. O que é Melhoria contínua? Entenda sua importância. [s.l.] 2021. Disponível em:<<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/melhoria-continua>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

De Sordi (2008, p. ... DE SORDI, José Osvaldo. ... <<http://www.tabajara.tv/wp/wp-content/uploads/2016>

GLOVER, W. J. et al. **Critical success factors for the sustainability of Kaizen event human resource outcomes**: An empirical study. *International Journal of Pro-*

duction Economics, v. 132, n. 2, p. 197–213, 2011. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.04.005>>. Acesso em: 18 mar. 2022

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total à maneira japonesa**. Rio de Janeiro. Editora Campus, 1993.

LARAIA, A. C.; MOODY, P. E.; HALL, R. W. Kaizen Blitz -**Processo para alcance da melhoria contínua nas organizações**. São Paulo: Hemus256 p. ISBN 8562953016, 2009.

LIKER, Jeffrey K. **The Toyota Way**: 14 Management Principles From The World's Greatest Manufacturer. International Edition, McGraw-Hill. 2004

MARANHÃO, Mauriti; MACIEIRA, Maria Elisa Bastos. **O processo nosso de cada dia**: modelagem de processos de trabalho. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2004.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI. **Administração da Produção**. 2º Edição, São Paulo: Saraiva 2005.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI. **Administração da Produção**. 2º Edição, São Paulo: Saraiva 2005.

MCLEAN, Timothy. Grow Your Factory, Grow Your Profits. Lean For Small And Medium Sized Manufacturing Enterprises. CRC Press. 2015.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de produção além da produção. Bookman, 1997.

PAIM, R.; CARDOSO, V.; CAULLIRAUX, H.; CLEMENTE, R. **Gestão de processos** Porto Alegre: Bookman, 2009.

Rago, Luzia Margareth & Moreira, Eduardo F.P. **O que é taylorismo**. 2. ed. São Paulo, Brasiliense105 p. (Coleção Primeiros Passos, 112} 1985.

ROCHA, Duílio R. **Fundamentos da Administração da Produção**. Fortaleza: Editora Gráfica LCR, 2002.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. Lean Institute Brasil, 2003.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23º ed. rev e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Operations Management**.
Published by Prentice Hall Financial Times. Sixth Edition, 2010.

O USO DO KAIZEN E DO RELATÓRIO A3 COMO FERRAMENTAS DE OTIMIZAÇÃO PARA O PROCESSO PRODUTIVO DE PERFIL CONFORMADO

Gabriel Angel De Sousa Escouboue
Renan Torquato Almeida
Danielle Kely Saraiva De Lima
Jefferson Pereira Ribeiro
José Márcio Feitosa Monteiro

RESUMO

O presente trabalho relaciona a filosofia Kaizen aplicada ao modelo de relatório A3 para a fabricação de perfis em aço por conformação mecânica, buscando a otimização financeira e do processo, com ações simples e direcionadas. Também abordaremos aqui o processo no ambiente industrial, a conformação de chapas de aço, o processo de corte mecânico por cisalhamento e a solda efetuada sob as chapas de aço para a produção do produto, perfil de aço. Demonstraremos todo o fluxo do processo realizado, desde as entradas, *inputs*, até os *outputs*, abordando os problemas gerados durante a execução dos trabalhos realizados sob as chapas de aço. Para a identificação dos problemas, utilizaremos ferramentas de melhoria da qualidade (SIPOC, Diagrama de fluxo do processo, Kaizen), que nos ajudarão a visualizar detalhadamente cada micro fase do processo. Após a análise, identificamos três problemas que ocorrem recorrentemente. O primeiro seria a grande desvantagem financeira causada pela produção de sucata, que, como mostraremos, acarreta uma perda em seu valor final de cerca de 86% em insumos. Para a sua resolução, foram propostas modificações que qualificaram esta peça como perfil do tipo B, que é um insumo que agrega valor final maior que o da sucata. Neste momento, entramos no segundo problema: um novo índice de PNC (produto não conforme), que é uma medição de qualidade e, que, para resolvê-lo, mudanças nos parâmetros do maquinário foram feitas. Observamos também que mudanças no processo em si deveriam ser feitas, e detalhamos as mesmas neste trabalho.

Palavras-chave: Relatório A3; Kaizen; Conformação de chapas de aço; Processos de fabricação de perfil; SIPOC I

.ABSTRACT

The present work relates the kaizen philosophy applied in the A3 report model for the manufacture of steel profiles by mechanical conformation, seeking financial and process optimization, with simple and directed actions, we will also approach here the process in the industrial environment, the forming of steel sheets, the process of mechanical cutting by shearing and welding carried out under the steel sheets for the production of the product, steel profile. We will demonstrate the entire flow of the process carried out, from the inputs or inputs, to the outputs or outputs, addressing the problems generated during the work carried out under the steel plates. For the identification of problems, we will use quality improvement tools (SIPOC, Process Flow Diagram, Kaizen), which will help us to visualize in more detail each micro-phase of the process. After analysis, we identified three problems that occur repeatedly. The first would be the great financial disadvantage that is caused by the production of scrap, which, as we will show, entails a loss in its final value of about 86% in inputs. For its resolution, modifications were proposed that qualified this part

as being of type B profile, which is an input that adds a higher final value than scrap. At this point, we enter the second problem: a new PNC index (nonconforming product), which is a quality measurement, and that, to solve it, changes in the parameters of the machinery were made. We also observed that changes in the process itself should be made, and we detail them in this work.

Keywords: A3 report; Kaizen; Steel sheet forming; Profile manufacturing processes; SIPOC.

1 INTRODUÇÃO

Não é de hoje que o homem modifica tudo que está ao seu redor, data-se que há cerca de 2 milhões de anos (Período Paleolítico), o homem já utilizava ferramentas feitas de pedras lascadas com processos rústicos, daí em diante o homem percebeu que poderia modificar cada vez mais e mais a natureza.

No processo que iremos tratar aqui, denominado de conformação mecânica, também ocorrem modificações de insumos retirados da natureza, que neste caso é o aço, um composto de liga ferrosa. Veremos que alguns problemas ocorrem durante a produção e o manuseio desse insumo em larga escala. Utilizando ferramentas de melhoria da qualidade, identificamos alguns problemas e propusemos soluções de baixo custo imediato. As melhorias aqui propostas vão desde mudanças físicas (modificações na posição de corte e redimensionamento) até mudanças no processo (mudanças na operação), visando à minimização de custos e maximização no aproveitamento dos insumos.

Lembramos aos leitores deste artigo que se trata de mudanças teóricas e que não necessariamente ocorreram na prática, mas apenas ideias de melhorias propostas.

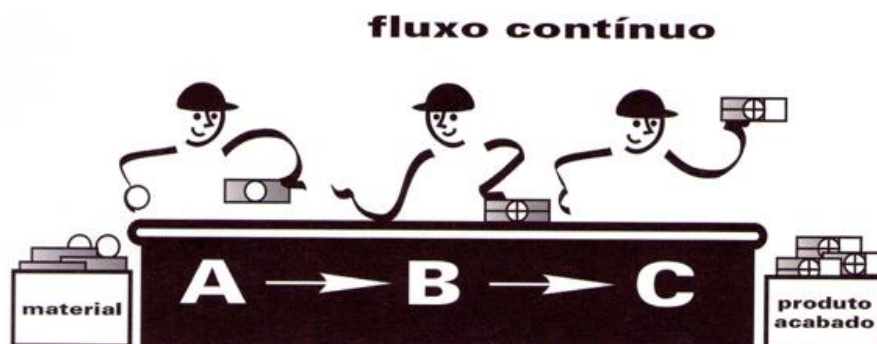
Inicialmente, deve-se notar que, em geral, os sistemas de produção podem ser orientados para a produção de bens ou serviços. Quando o produto acabado é algo tangível, que pode ser tocado ou visto, como um carro, uma geladeira ou uma bola, assume-se que o sistema de produção é a fabricação de uma mercadoria. Por outro lado, quando o produto produzido é intangível e só pode ser sentido, como consultas médicas, cinema ou transporte de pessoas, assume-se que o sistema de produção é o prestador do serviço (TUBINO, 2007. 201).

Com base nesse princípio, Tubino (2007) classificou os sistemas de produção em quatro categorias, a saber: sistema contínuo, sistema em massa, sistema em lote e sistema sob encomenda. Essas classificações são elaboradas para facilitar o

entendimento dos sistemas de produção e sua relação com a complexidade de cada processo, facilitando as atividades de planejamento e controle da produção (TUBINO, 2007).

Sistemas de produção contínua, ou processos em linha, produzem produtos ou serviços em uma sequência linear; esses produtos são muito acessíveis e fluem de um trabalho para outro com base em previsões. Várias etapas de processamento devem ser equilibradas para que a pessoa mais lenta não atrase o processo. Os sistemas de mobilidade online parecem ser subdivididos em dois tipos, a produção em massa, para linhas de montagem de produtos mais variados, e a produção contínua. Esses processos contínuos desdenham de serem altamente automatizados e produzem produtos com alta repetição. (MOREIRA. 2012).

Figura 01 - Sistema Contínuo de Produção.



Fonte: Rother & Shook (2003).

A Figura 01 ilustra como é formada a estrutura de um sistema de produção contínua, em que há um estoque de matéria-prima no início do processo, que depois é processado na linha de produção, resultando em um estoque de produto acabado. Nesse tipo de sistema, o estoque estará disponível apenas no início e no final do processo, portanto, não há necessidade de ter estoque durante a produção. (CICCONI *et al.*, 2015.)

Por outro lado, na produção em massa, a variedade de produtos é reduzida e cada produto é produzido em grandes quantidades. Entre esses dois extremos, temos a produção em massa, algumas das quais são produzidas em quantidades relativamente pequenas. Os desenvolvimentos nos mercados e na tecnologia levam a uma diminuição no número de cada produto produzido e a um aumento na variedade de produtos a serem produzidos suprindo as exigências do mercado.

(CNI, 2012.)

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta fase de desenvolvimento social, é impossível imaginar um mundo sem aço. A produção de aço é um poderoso indicador do estágio de desenvolvimento econômico de um país. No entanto, a fabricação de produtos siderúrgicos exige uma tecnologia que deve ser atualizada periodicamente, por isso as siderúrgicas continuam investindo em pesquisas. O início e o processo de melhoria da utilização do ferro é um grande desafio e uma conquista para a humanidade. (FELÍCIO, 2012).

A Idade do Ferro começou em 1200 a.C. Considerado o último estágio tecnológico e cultural da Pré-história. Suas descobertas provocaram grandes mudanças na sociedade. A agricultura desenvolveu-se rapidamente devido à fabricação de novas ferramentas. A criação de armas mais modernas possibilitou a expansão territorial de diferentes povos, o que mudou a face da Europa e de partes do mundo (FELÍCIO, 2012).

Gradualmente, foram descobertas novas tecnologias que tornaram o ferro mais duro e mais resistente à corrosão. Um exemplo disso é a adição de calcário a uma mistura de minério de ferro e carvão, que absorve melhor as impurezas do minério. Novas técnicas de aquecimento também estão sendo desenvolvidas, assim como a produção de materiais mais modernos para o manuseio do ferro já fundido. (CAPOTE, 2014).

Com a possibilidade de obter ferro líquido, nasceu a tecnologia de fundição de armas de fogo, balas de canhão e sinos de igreja, aumentando a temperatura de forjamento. Mais tarde, o uso do ferro se expandiu para casas senhoriais com portões e elaborados painéis de lareira. (CAPOTE, 2014). No entanto, a grande mudança só aconteceu em 1856, quando as pessoas descobriram como fazer aço. Isso ocorreu porque o aço era mais forte que o ferro fundido, podia ser produzido em grandes quantidades e ser matéria-prima para muitas indústrias.

No Brasil, a exploração de ferro/aço tem sido favorável devido aos minérios de Minas Gerais. O desenvolvimento das primeiras fábricas começou após a chegada da família real portuguesa em solo brasileiro. No entanto, com o *boom*

industrial que ocorreu entre 1917 e 1930, o mercado começou a se desenvolver ainda no século XX. (CNI, 2012)

Em 1921, foi criada a Companhia Siderúrgica Mineira, tornando-se Siderúrgica Belgo-Mineira após a fusão com o consórcio industrial belga-luxemburguês ARBEEd-Acières Réunis de Bubach-Eich-dudelange. Na década de 1930, incentivada pelo desenvolvimento da Belgo-Mineira, a produção de aço no país aumentou significativamente, e em 1937 foi inaugurada a usina de Monlevade, com capacidade inicial de lingotes de 50.000 toneladas/ano. Também em 1937, foram criadas a Siderúrgica Barra Mansa e a Companhia Metalúrgica de Barbará. Ainda assim, o Brasil é muito dependente do aço importado. Esse quadro não mudou até 1946, com a criação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em Volta Redonda – RJ. (CNI, 2012).

Em 1950, todas as linhas de produção da usina entraram em operação, o que pode ser considerado um marco no novo ciclo de crescimento da siderurgia brasileira. A produção doméstica de aço bruto atingiu 788.000 toneladas, e a produção de aço do Brasil entrou em um estágio de crescimento contínuo. Dez anos depois, a produção triplicou, e dez anos depois, em 1970, 5,5 milhões de toneladas foram entregues ao mercado. (BARROS, 2015).

O enfraquecimento desse modelo ficou evidente na década de 1990, com a forte presença do Estado na economia. Em 1991, iniciou-se o processo de privatização das siderúrgicas. Dois anos depois, oito empresas estatais com capacidade para 19,5 milhões de toneladas (70% da produção nacional) foram privatizadas. Essas privatizações trouxeram importantes entradas de capital para o setor, com as mais diversas composições acionárias. Com isso, os produtores passam a fazer parte de conglomerados industriais e/ou financeiros, cujos interesses na indústria siderúrgica são direcionados para atividades correlatas ou apoio logístico para obter ganhos de escala e competitividade (BARROS, 2015). Com uma história tão rica, o Brasil possui atualmente o maior complexo industrial siderúrgico da América do Sul, é o maior produtor de aço da América Latina, o sexto maior exportador líquido de aço e o nono maior produtor de aço do mundo.

2.1 APLICAÇÃO DO AÇO

Amplamente utilizado em restaurantes, cozinhas industriais, hospitais, laboratórios, empresas e residências, possui a resistência necessária aos mais diversos usos na forma de utensílios domésticos. As propriedades do aço incluem resistência a baixas e altas temperaturas, uma superfície que evita o acúmulo de resíduos, uma composição química que evita fragmentação, longa durabilidade e baixos custos de manutenção (BRUNATO, 2016).

Conforme mostrado na Figura 02, o aço é encontrado em carros, caminhões, ônibus, trens, metrô, navios, bicicletas e motocicletas. Transporta pessoas, conecta cidades e carrega cargas, distribui riquezas e espalha o progresso. As embalagens de aço são geralmente utilizadas na indústria e são muito importantes na preservação e transporte de alimentos, produtos químicos, produtos agrícolas, tintas, gases de cozinha e industriais. Especialmente em alimentos, o aço previne a contaminação e garante sua qualidade, é utilizado em usinas hidrelétricas, térmicas e nucleares, torres de transmissão, transformadores, cabos, plataformas, dutos, equipamentos de exploração e extração de petróleo, além de brocas, esteiras e caçambas de minas de carvão (CEFET/SP, 2001).

Figura 02 - Aplicações do aço.



Fonte: Infomet (2016).

Esse tópico visa apresentar os processos produtivos e partes da máquina presentes em uma perfiladeira, que são: conformação mecânica, soldagem e cisalhamento.

2.2 CONFORMAÇÃO MECÂNICA

A necessidade de oferecer vários produtos faz com que os empreendedores busquem novos desafios e observem novas tendências para atender os clientes em tempo hábil. Os processos de conformação mecânica alteram a geometria dos materiais através da força aplicada pelas ferramentas certas, que podem variar de pequenos moldes a grandes cilindros, como cilindros para laminação.

O processo de fabricação de estruturas mecânicas inclui corte, quinagem e estampagem profunda (profundidade), um conjunto de operações que normalmente são realizadas no estado frio, mas quando necessário, a estampagem profunda é realizada utilizando o estado quente. As ferramentas de estampagem são chamadas de carimbos e consistem em um conjunto de peças que são montadas no local em equipamentos para operações de corte, dobra e desenho (CEARÁ, 2018).

A moldagem é particularmente atraente em que (a) a geometria da peça é moderadamente complexa e o volume de produção é alto, de modo que o custo de ferramenta por unidade produzida pode ser mantido baixo – por exemplo, em aplicações automotivas; (b) o desempenho da peça e a integridade metalúrgica é extremamente importante, como é o caso de componentes de cargueiros, motores a jato e turbinas. (ALTAN *et al.* 2012)

Os processos de conformação podem ser divididos em dois grupos: processos mecânicos, nos quais a mudança de forma é causada pela aplicação de tensões externas, e processos metalúrgicos, onde a mudança de forma está relacionada à alta temperatura.

Os processos mecânicos consistem em processos de conformação plástica, que normalmente aplicam tensões abaixo do limite de resistência à tração (σ_U), enquanto os processos mecânicos consistem em processos de usinagem que aplicam tensões consistentemente acima do limite. Portanto, a forma final é obtida pela remoção do material. Esses processos também são conhecidos como "processos de formação mecânica" na natureza.

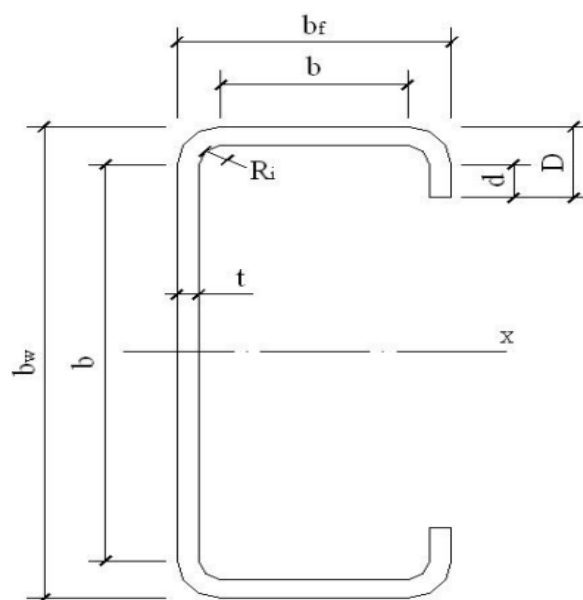
O processo metalúrgico é subdividido em conformação por solidificação, no qual a temperatura utilizada é maior que a temperatura de fusão (T_f) do metal, a forma final é obtida através da transformação da fase líquido-sólida, sinterização e conformação, e o tempo de processamento da temperatura é menor que o ponto de fusão do metal (metalurgia do pó) (ROCHA, 2012).

O objetivo da área da engenharia, geralmente chamada de "construção mecânica", é analisar o processo de fabricação de peças através da deformação plástica. Dentro deste campo, é importante estudar o estado de tensão que um material deve sofrer para produzir a deformação necessária para que ele atinja determinadas dimensões finais. Nessa análise, intervêm diferentes variáveis de propriedades mecanometalúrgicas, tanto no material a ser deformado quanto no processo pelo qual será submetido (HELMAN, 2015).

O processo de conformação mecânica é a modificação de um corpo metálico em outra forma definida. Esses processos alteram a geometria (forma) do material através da deformação plástica, e a força aplicada pela ferramenta certa pode variar de pequenos moldes a grandes cilindros (Moreau, Norberto; IFSC; 2007).

Na máquina em questão, a perfiladeira, utiliza-se a conformação plástica. O processo de conformação plástica de metais permite a obtenção de peças sólidas com propriedades controladas pela aplicação de força mecânica em um corpo metálico inicial que mantém seu volume constante. Conforme exemplificado na Figura 03, o objetivo desses processos é obter um produto com as seguintes especificações: dimensão e forma; propriedades mecânicas; condições superficiais; (FERNANDES E DA ROCHA, 2013).

Figura 03 - Estrutura de conformação



Fonte: PROALFA (2016).

Figura 04 - Estrutura de aço.

Fonte: Aço Cearense (2017).

Como apresentado na Figura 04, a perfiladeira funciona por conformação por flexão, a mudança de forma é obtida pela aplicação de um momento fletor, e em seu corte utiliza-se o processo de conformação por cisalhamento, envolvendo forças cisalhantes para romper o metal no seu plano de cisalhamento (FERNANDES E DA ROCHA, 2012).

2.3 PERFIL FORMADO A FRIO

Os perfis conformados a frio são componentes de aço que atendem bem aos requisitos de industrialização, e são cada vez mais amplamente utilizados. São formados a partir de chapas de aço (espessura de 1,2 mm a 6,3 mm) que podem ser galvanizadas ou não galvanizadas e permitem um projeto estrutural esbelto e eficiente dos edifícios. As chapas extremamente finas facilitam o processo de fabricação, manuseio, transporte e montagem do perfil sem a necessidade de máquinas pesadas de qualquer tipo. Além disso, a ductilidade da chapa permite a fabricação de várias seções transversais. (DONIM. 2009)

Devido à falta de perfis laminados no mercado, as empresas preferem utilizar aço formado a frio, tendência crescente no setor de construção metálica. Perfis formados a frio são frequentemente usados para construções mais leves. Como resultado, os perfis formados a frio estão sendo cada vez mais usados para substituir os laminados de pequeno porte, e os perfis soldados são usados para substituir os laminados de grande porte. O dimensionamento de estruturas

compostas por perfis formados a frio requer cuidados devido a certas peculiaridades em seu comportamento estrutural em relação a perfis laminados ou soldados e outras estruturas.

2.4 O MÉTODO KAIZEN

A filosofia Kaizen consiste em eliminar o desperdício com base no bom senso, utilizar soluções baratas baseadas na motivação e criatividade dos funcionários para melhorar as práticas em seu fluxo de trabalho e focar na busca da melhoria contínua. (SHARMA E MOODY. 2003). Não importa se a melhoria contínua é pequena, o que realmente importa é que a cada mês, semana ou trimestre, ou qualquer período que seja apropriado, alguma melhoria aconteça no processo de produção. (SLACK *et al.*, 2007).

Para Develin (1995), a melhoria contínua não é uma solução de curto prazo para um problema embutido na cultura de uma empresa, mas um compromisso com uma nova e melhor forma de gerenciar o sucesso que será enorme e um investimento de tempo, esforço e energia. Aplicado corretamente, o método Kaizen pode melhorar a qualidade e reduzir com alto impacto os custos, além de atender às necessidades dos clientes sem grandes investimentos ou introdução de novas tecnologias. (IMAI, 1996).

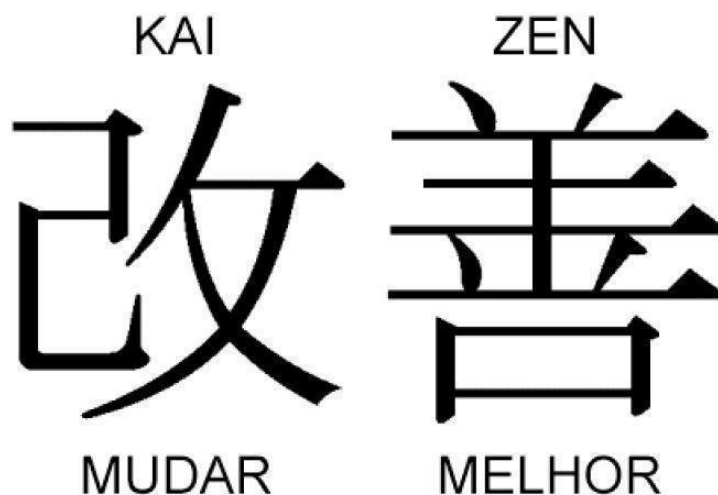
Segundo Imai (1996), recomenda-se aplicar o método Kaizen em oito etapas. Seguir essas etapas pode ajudar a resolver problemas com base na análise de dados, facilitar a visualização e comunicação do processo de resolução de problemas, e é uma maneira eficaz de manter um registro das atividades do Kaizen; saiba:

- 1) Seleção do assunto/foco do aplicativo (determinado pela política administrativa com base na prioridade, importância, urgência ou situação econômica);
- 2) Análise contextual;
- 3) Coleta e análise de dados para determinar a causa raiz;
- 4) Formular contramedidas com base na análise de dados;
- 5) Implementar contramedidas;
- 6) Confirmar a eficácia das contramedidas;
- 7) Estabelecer ou revisar padrões para evitar reincidência;

8) Análise do fluxo anterior e iniciar as etapas seguintes.

Kaizen significa literalmente, MUDAR (KAI) para MELHOR (ZEN), conforme mostrado na Figura 05. O método Kaizen foi desenvolvido e aplicado pelo engenheiro Taichi Ohno, e é conhecido e respeitado mundialmente por sua ampla utilização no Sistema Toyota de Produção, que se baseia em esforços contínuos para melhorar o sistema. Os diagramas a seguir ilustram a ideia central do método, “Kai” que significa mudar e “Zen” que significa melhor, apresentando de fato o que o criador do método propõe.

Figura 05 - Símbolos e Significado da palavra KAIZEN.



Fonte: Google. 2022

Segundo a TBM Consulting (2000), o método Kaizen aplica algumas estratégias básicas baseadas em tempo, melhoria de qualidade, controle de custos e garantia de entrega no prazo que cada fabricante deve buscar. Em relação à qualidade do processo, a organização deve sempre buscar minimizar o tempo entre a ocorrência do erro, a detecção e a ação corretiva. Deve-se também procurar sempre eliminar a causa principal do problema, e não apenas corrigi-lo. Quanto ao custo, as organizações devem insistir em prazos de entrega mais curtos, pois isso reduz custos de manuseio, processos e estoque de produtos.

Tempos de resposta mais curtos podem melhorar a confiabilidade do mercado em relação à empresa. As estratégias de entrega *just-in-time* reduzem os prazos de entrega, reduzem o estoque de produtos e melhoram o desempenho da entrega. O método Kaizen pode ser aplicado a qualquer processo de produção no

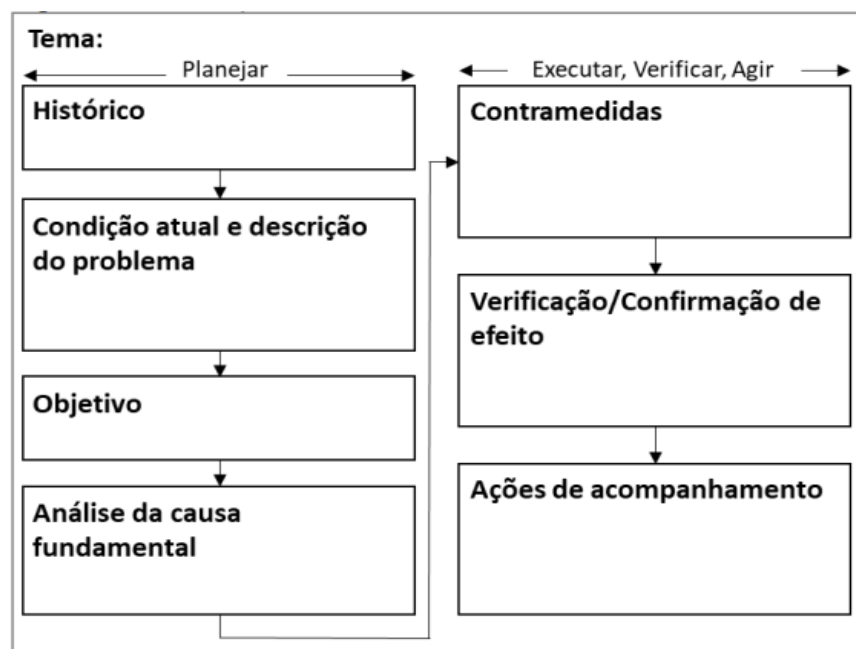
qual exista um padrão na atividade, assim como em diversas áreas de negócios tais como: automotivo, produção de alimentos e bebidas, vestuário, etc. (TBM, 2000).

2.5 O RELATÓRIO A3

O relatório A3 foi desenvolvido pela Toyota em 1960 para ajudar a solucionar os problemas da empresa (ANDERSON; MORGAN; WILLIAMS, 2011). De acordo com Shook (2008, 2009), Ferro (2009), Loyd, Harris e Blanchard (2010), o A3 recebe esse nome pelo tamanho do papel (297 mm x 420 mm) usado para documentar projetos de melhoria.

No relatório A3, o problema e o *status quo* devem ser claros, e as principais informações devem ser quantificadas para uma rápida análise do problema (SHOOK, 2009). De acordo com Sobek II e Smalley (2010), Tortorella e Fries (2015), Loyd, Harris e Blanchard (2010), o relatório A3 é uma ferramenta para estabelecer a estrutura específica do ciclo PDCA em execução e ajudar os principais autores de relatórios a obter uma compreensão mais profunda do problema ou oportunidades e novas ideias sobre como resolver problemas. Um modelo típico para um relatório A3 é mostrado na Figura 06.

Figura 06 - Modelo típico de um relatório A3.



Fonte: SOBEK II E S ALLEY. 2010)

De acordo com Sobek II e Smalley (2010), são sete pontos que configuram o raciocínio ou pensamento A3. São eles:

1. Processo de raciocínio lógico: A construção do pensamento do relatório A3 ajuda na visualização e atacar os detalhes mais relevantes do problema de forma organizada. Para o relatório A3, uma estrutura organizada ajuda a prever falhas em projetos, ajuda os colaboradores a resolver os detalhes operacionais e a considerar alternativas possíveis, resultando em eficácia na tratativa dos problemas.

2. Objetividade: nas empresas, as diferenças de opinião entre os funcionários e as diferentes formas de interpretar as razões de um determinado problema são inerentes. O relatório A3 procura conciliar as diferentes visões dos participantes, procurando assim um cenário comum de uma determinada realidade. O pensamento A3 concentra-se em ser direto, com diferentes visões, buscar um entendimento da situação e encontrar a fonte do problema.

3. Resultados e seus processos: a ideia do A3 busca avançar na maturidade da empresa por meio de um processo robusto, baseado no entendimento e investigação de soluções alternativas na resolução de problemas e no alcance de resultados.

4. Sintetize, refine e visualize: os relatórios A3 têm como partida a explanação de um problema ou melhoria e seu plano de ação em uma única folha A3. Essa prática estimula uma objetividade de forma a ser eficaz resumir informações de tópicos importantes. As representações gráficas e os gráficos são amplamente utilizados porque condensam e comunicam grandes quantidades de informação.

5. Retificação: o alinhamento e a concordância entre todos os afetados pelas alterações é o pilar para o sucesso das mudanças propostas incluídas no relatório A3. Esse alinhamento deve ocorrer nas três dimensões organizacionais: horizontal (com colaboradores do mesmo nível hierárquico), vertical (com colaboradores abaixo e acima do nível hierárquico) e profundidade (englobando julgamento de soluções anteriores e possíveis necessidades).

6. Coesão interna e coesão externa: O relatório A3 deve assegurar que a proposta e seu plano de execução tenham uma forte relação com a estratégia da organização, proporcionando coerência interna ao projeto proposto. Ele também

deve se alinhar a outros A3 em diferentes unidades organizacionais, permitindo também coesão externa e integrada.

7. Visão do sistema: o pensamento A3 prioriza como os funcionários veem o geral e como as ações impactarão outros setores da empresa. Essa visão sistemática é fundamental para evitar que uma solução para um problema em um setor, ou uma melhoria, crie outro problema em outra parte da empresa. Os alinhamentos tomados no relatório A3 devem promover harmonia na organização. A motivação para a aplicação da abordagem A3 inclui o preenchimento organizado e interativo do relatório A3 de acordo com o ciclo PDCA (SHOOK, 2009; SAAD et al., 2013).

Para Arantes e Giacaglia (2013) e Sobek II e Jimmerson (2006), na metodologia A3, são considerados fatos e opiniões dos funcionários sobre os problemas, disposição das atividades de cada pessoal com a estratégia da empresa, a chave é nunca buscar a responsabilidade por um problema, mas apenas por uma solução.

A execução do método A3 aumenta a lucidez e a velocidade da comunicação, reduzindo o tempo de interpretação dos problemas analíticos, pois tudo que é necessário de informações está concentrada em uma única folha de papel (SHOOK, 2009).

O processo de troca de ideias na abordagem A3 proporciona habilidades práticas para a solução de problemas na empresa de forma mais clara e acessível, cooperando, assim, para o desenvolvimento de uma cultura de solução de problemas (RIBEIRO, 2012; SJ, 2006).

Campos (2018) descreve que para a fase de aplicação do A3, várias ferramentas da qualidade podem ser utilizadas simultaneamente, como *checklists*, gráficos de Pareto, gráficos de Ishikawa, *brainstorming*, fluxogramas, PDCA, etc. A ferramenta apropriada a ser selecionada dependerá do problema e do objetivo pretendido.

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se por ser de natureza descritiva e aplicada, pois a coleta de dados foi realizada na organização, e o estudo foi desenhado para caracterizar a experiência a fim de estabelecer a relação entre ferramentas de fluxograma

e falhas de execução. (GIL, 2018). Esse tipo de pesquisa é de grande valia tanto para acadêmicos quanto para profissionais da área, como se sabe sobre a teoria das ferramentas da qualidade, mas para observar sua aplicação em um exemplo do mundo real e poder ver o que implica sua aplicação adequada, os benefícios passam a ter uma nova perspectiva sobre o problema. O objetivo deste estudo é relatar a aplicação de ideias de melhoria e relatórios A3.

A metodologia é uma questão instrumental. Envolve o método de fazer ciência. Presta atenção às etapas, ferramentas e execução. O propósito da ciência é tratar a realidade, aproximando teoria e prática existindo várias maneiras de atingir esse objetivo. (DEMO, 1985)

A pesquisa é uma atividade fundamental da ciência, através da qual descobrimos a realidade. Assumindo que a pesquisa tem a realidade como fonte de conhecimento, e que ela é uma fonte inesgotável de conhecimento, reconhecemos que a pesquisa é um processo contínuo (DEMO, 1985). Para categorizar as linhas de pesquisa, Demo (1985) as divide em: teóricas, metodológicas, empíricas e práticas. Para Demo (2000), pesquisa empírica é a descrição definida e objetivamente válida da realidade empiricamente observável, ou seja, aquilo que se pretende estudar, analisar, explicar ou verificar por meio de métodos empíricos.

Anteriormente, Demo (1985) havia definido a pesquisa empírica como principalmente preocupada com a experimentação e observabilidade de fenômenos, em que se tenta traduzir os resultados em dimensões mensuráveis. Com base nessas definições, o tipo de pesquisa escolhido pode explicar como determinados fenômenos se comportam em diferentes realidades, observando fatos e dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao entendimento do diagrama dos movimentos, temos o diagrama dos tempos, que contém a descrição detalhada de cada atividade com seu determinado tempo, cronometrado em segundos.

A organização se dá por 24 processos, cada um cronometrado de acordo com o trabalho do colaborador, o tempo foi anotado em segundos e a tabela mostra o passo a passo com cada atividade e seu determinado tempo. O foco se dá em dois processos principais, os números 16 e 17, que estão na tabela por conta do que foi dito, a geração de sucata.

Quadro 03 - Fluxo de processos: descrição e tempos das atividades para a produção de perfil.

Processo	Simbologia	Descrição	Tempo(s)
1		Posiciona a bobina slitada de aço no desbobinador	110
2		Corta a fita de aço que prende a bobina	5
3		Posiciona a chapa no rolo tracionador da máquina	18
4		Abre a porta de proteção da máquina (NR-12)	4
5		Verifica o alinhamento do material novo com o anterior	13
6		Ajusta a chapa manualmente para a soldagem	14
7		Prepara a tocha Tig na junção das chapas	30
8		Fecha a porta de proteção da máquina (NR-12)	4
9		Aciona o botão para efetuar a Soldagem do material	2
10		Aguarda o processo de soldagem	62
11		Leva a fita de aço para o setor de formação de fardos	30
12		Confere se a solda foi bem feita	5
13		Se desloca até o ponto de corte da máquina (painel)	2
14		Aciona a máquina perfiladeira	3
15		Corta o material em pedaços de 6m (padrão)	16
16		Corta o material excedente em pedaços até passar a linha de solda	4
17		Coleta os pedaços e coloca na caixa de sucata	2
18		Aciona o automático da máquina	3
19		Se desloca até o setor de formação dos fardos	8
20		Aguarda a máquina produzir 4 perfis	64
21		Empilha os perfis de aço no berço	1024
22		Sela os perfis usando a fita que retirou da bobina	9
23		Posiciona o fardo para transporte pela ponte rolante	35
24		Armazena os fardos produzidos no estoque na Empresa	200

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Os valores coletados estão em um processo limpo, sem interferências externas e com as condições normais de trabalho. Podemos observar que os processos 1, 21 e 24 são os mais demorados, o 1 e 24 são por serem executados com a ponte rolante, que é um equipamento extremamente utilizado na empresa e que demanda um tempo para realizar as movimentações internas, para não prejudicar o produto e o ambiente fabril, já que os transportes são feitos com velocidade baixa e o 21 pelo processo de acúmulo de perfil para juntar um lote (fardo) do material. Para esses processos, não há como reduzir o tempo por conta da segurança do trabalho.

Com os diagramas, podemos perceber tanto a movimentação e o tempo que o colaborador utiliza para executar a atividade, e, assim, pode-se realizar melhorias ou ajustes, aplicação de métodos e estudos para aumentar a produtividade.

Como apresentado, a problemática de realizar vários cortes no material para eliminar o ponto de solda é o ponto que atacaremos para otimizar o processo, tanto na parte operacional quanto financeira.

Analisando com a equipe que faz parte do processo, foi nos apresentado uma classe diferente de produto acabado, material tipo B, que são classificados como

materiais que apresentam alguma falha no processo, mas não impactam na sua utilização. Um exemplo seria um perfil que possui uma das abas menor em 1 cm, ocasionado por uma possível regulagem inicial da máquina, para os padrões de qualidade da empresa a tolerância é de 0,5 cm, o que torna esse perfil um Produto Não Conforme (PNC), sendo ele reclassificado como material tipo B e vendido mais barato para o varejo local.

4.1 ANÁLISE DO PROBLEMA

Para a primeira análise, foi visto a relação de preço entre os materiais perfil tipo A, perfil tipo B e sucata. Abaixo, segue o Quadro 04 que mostra os preços dos materiais citados, com uma ressalva a empresa em análise não produz somente um tipo de perfil para o mercado, cada tipo produzido diferencia-se em base, altura, espessura e comprimento (material especial), cada um desses materiais possui um preço diferente, para fins de análise será considerado o preço médio desses materiais.

Quadro 04 - Média de preço por material, comparação do tipo A contra o refugo.

Descrição	Preço Médio Kg	Perca de Preço	Redução % de Preço
Perfil Tipo A	R\$ 1,00	R\$ -	0,00%
Perfil Tipo B	R\$ 0,83	-R\$ 0,17	-16,95%
Sucata	R\$ 0,13	-R\$ 0,87	-86,54%

Material A	R\$ 1,00
↑ Variação 17%	
Material B	R\$ 0,83
↓ Variação 84%	
Sucata	R\$ 0,13

Valores multiplicados por um fator de 0,2 a 3,5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Como apresentado na Tabela 01, vemos que a perda do preço do perfil tipo A em relação ao tipo B é de 16,95% e para a sucata é de 86,54%, ou seja, não é vantajoso financeiramente continuar gerando essa sucata, vimos que existiria um tamanho ótimo para diferenciar se o corte deveria passar como sucata ou continuaria o processo gerando perfil tipo B. Para isso, utilizamos o preço do tipo A como base e a medida padrão dos perfis produzida na empresa que é 6 m, a partir da porcentagem de redução do preço, calculamos quanto se perde produzindo 6 m do material de tipo inferior, depois calculamos o quanto ele equivale em relação ao

material tipo A, com isso, temos a relação de quanto se permite passar de material anterior a solda, esse é o ponto que queremos otimizar. Abaixo, segue o valor ótimo de quanto do material pode sobrar para permitir um corte como do tipo sucata, 807,87 mm.

Quadro 05 - Comparação de perda metálica entre perfil tipo A e refugo

Descrição	Preço Médio Kg	Perca de Preço	Redução % de Preço	Perca de Teórica (mm)	Comprimento equivalente de A (mm)
Perfil Tipo A	R\$ 1,00	R\$ -	0,00%	0,00	-
Perfil Tipo B	R\$ 0,83	-R\$ 0,17	-16,95%	-1016,86	4.983,14
Sucata	R\$ 0,13	-R\$ 0,87	-86,54%	-5192,13	807,87

Valores de preço multiplicados por um fator de 0,2 a 3,5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.2 ANÁLISE DO PROBLEMA – CONTROLE E ÍNDICE DE PNC

Essa mudança no processo impactaria no índice de PNC da máquina, pois esse é um dos indicadores de produção da empresa, ou seja, não é somente importante quanto material é produzido, mas sua qualidade também é acompanhada. Como meta atual, o índice de PNC é de 0,9% da produção total de perfil, mas ao analisar os dados da empresa, esse número não passa de 0,44% da produção, A produção anual de 2019, a investigar esses dados realmente coincidem com a rotina de produção da fábrica, no qual, sistemicamente já são classificados pelos seguintes motivos para a geração do PNC: material empenado, aba menor, chapa estreita, emenda (solda), fora das especificações e variação de comprimento, sendo o motivo de Emenda (solda) equivalente a 19.614 Kg, 10,02% dos motivos de PNC. O tipo de PNC emenda é o único que foge de problemas externos, visto que essa solda sempre terá que ocorrer quando um novo material adentrar na máquina.

Tendo como parâmetro que toda bobina slitada vinculada, 32.840, gera uma solda e que todas as soldas do ano de 2019 foram passadas como material PNC o montante produzido seria de 609.116,59 Kg, 1,37% da produção. Tendo como base o valor de 1,40% para a nova meta de PNC, a liderança da fábrica possui condições de controlar os índices de produtos não conforme visto, que a nova margem para passar de PNC por outros motivos seria de somente 0,03%, na qual alertava qualquer divergência no processo produtivo.

4.3 ANÁLISE DO PROBLEMA – MUDANÇA NA OPERAÇÃO E MÁQUINA

Ainda com os impactos financeiros de rendimento uma mudança que também deve ser levada em questão é quanto isso mudaria a rotina de operação. Analisando o diagrama de fluxo de processos, no Quadro 06, vemos que 4 passos da atividade podem ser eliminados, visto que são executados para segregar o material que iria para a sucata, um ganho de 25 segundos para cada solda, se levarmos em conta que mensalmente temos uma média de 2.736 bobinas vinculadas, teremos um ganho de 68.416,67 segundos, o equivalente a 19 horas de produção mensais, como propostas no quadro otimizado a seguir.

Quadro 06 - Fluxo de processos: descrição e tempos de atividades para a produção de perfis otimizados

Processo	Simbologia	Descrição	Tempo(s)
1	● → □ ▽	Posiciona a bobina slitada de aço no desbobinador	110
2	● → □ ▽	Corta a fita de aço que prende a bobina	5
3	● → □ ▽	Posiciona a chapa no rolo tracionador da máquina	18
4	● → □ ▽	Abre a porta de proteção da máquina (NR-12)	7
5	○ → □ ▽	Verifica o alinhamento do material novo como anterior	13
6	● → □ ▽	Ajusta a chapa manualmente para a soldagem	14
7	● → □ ▽	Prepara a tocha Tig na junção das chapas	30
8	● → □ ▽	Fecha a porta de proteção da máquina (NR-12)	3
9	● → □ ▽	Aciona o botão para efetuar a Soldagem do material	2
10	○ → □ ▽	Aguarda o processo de soldagem	62
11	○ → □ ▽	Leva a fita de aço para o setor de formação de fardos	30
12	○ → □ ▽	Confere se a solda foi bem feita	5
13	○ → □ ▽	Se desloca até o ponto de corte da máquina (painel)	2
14	● → □ ▽	Aciona a máquina perfiladeira	3
15	● → □ ▽	Corta o material em pedaços de 6m (padrão)	16
16	● → □ ▽	Corta o material excedente em pedaços até passar a linha de solda	4
17	● → □ ▽	Coleta os pedaços e coloca na caixa de sucata	2
18	● → □ ▽	Aciona o automático da máquina	3
19	○ → □ ▽	Se desloca até o setor de formação dos fardos	8
20	○ → □ ▽	Aguarda a máquina produzir 4 perfis	64
21	● → □ ▽	Empilha os perfis de aço no berço	1024
22	● → □ ▽	Sela os perfis usando a fita que retirou da bobina	9
23	● → □ ▽	Posiciona o fardo para transporte pela ponte rolante	35
24	○ → □ ▽	Armazena os fardos produzidos no estoque na Empresa	200

Fonte: Elaborado pelo autor. 2021

Mesmo que o Quadro 06 apresente maior tempo gasto para o processo 1, 62, 21 e 24, não foram o foco para otimização, já que não compreendem a otimização do corte de material tipo B ou sucata. O processo 20, mesmo que consuma mais tempo na operação, na verdade, é o real funcionamento da máquina, e no estudo em questão foi atribuído o tempo médio para o consumo do material abastecido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela análise dos dados aqui apresentados, as mudanças citadas para a resolução dos problemas identificados são viáveis e de fácil implementação, vale ressaltar que o objetivo é a minimização de custos e de impactos para o meio fabril. Partindo desse princípio, percebemos que mudanças bruscas exigiriam aperfeiçoamento de pessoal e mudanças físicas mais severas.

Diante do exposto, conclui-se que a proposta de melhoria é viável tanto no ponto de vista econômico, pois a empresa estaria aumentando seus ganhos ao produzir um material do tipo B, que possui um maior valor de mercado do que sucata que atualmente produz, como também do ponto de vista da melhoria do processo, eliminando desperdícios do fluxo atual, que resultam em maior tempo de produção e menor quantidade de sucata produzida, que além de possuir baixo valor comercial, ocupa também o espaço físico da empresa e necessita de mão de obra de operação.

Como apresentado, o pensamento e a aplicação da filosofia Kaizen baseada na premissa de que qualquer processo ou sistema pode ser melhorado através da aplicação de mudanças contínuas e incrementais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIR PRODUCTS. Fabricação de Metais. (revista digital) Disponível em: <https://www.airproducts.com.br/industries/transportation/aerospace/aerospace-metal-fabrication/product-list/tig-welding-aerospace-metal-fabrication.aspx?itemid=22bca359c7ae495789d7457bdb53cfea> Acesso em: 12 mai 2022

ALUMAQ. O que é Solda TIG?. (revista digital) Disponível em: <https://www.alumaq.com.br/o-que-e-solda-tig/> Acesso em: 11 mai 2022

ALUSOLDA. Processo de solda TIG. Disponível em: <https://alusolda.com.br/processo-de-solda-tig/>. Acesso em : 12 mai 2020.

ALTAN, T. GEGEL, S.OH, H. Processos de Conformação dos Materiais - Introdução aos Processos de Conformação. 2012. São Paulo. **Universidade de São Paulo.** Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1oi0IUoBjwwCu8TScsAiddSs7M34TSLFonLt96fN7JZY/edit> Acesso em: 24 mar 2022.

ANDERSON, J. S.; MORGAN, J. N.; WILLIAMS, S. K. Using Toyota's A3 Thinking for Analyzing MBA Business Cases. Decision Sciences **Journal of Innovative Edu-**

cation. v. 9, n. 2, p. 275-285. 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4609.2011.00308.x>

ARANTES, A. H. S.; GIACAGLIA, G. E. O. Melhoria de resultados de confiabilidade dos equipamentos, pela aplicação do Hoshin Kanrin, associado ao relatório A3. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO**, 9., 2013. [Anais...]. Niterói: CNEG, 2013. p. 1-22. Disponível em: http://www.inovarse.org/artigos-poredicoes/IX-CNEG-2013/T13_0628_3463.pdf

AZEVEDO, Alessandra Gois Luciano de. Soldagem A-Tig em Aço Inoxidável Ferrítico. Monografia (graduação) Faculdade de Engenharia Mecânica. **Universidade Federal de Uberlândia**. 2012. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14708/1/t.pdf>. Acesso em: 12 maio. 2022.

BRUNATTO, Silvio Francisco. Introdução aos estudos do aço. 2012. **Universidade Federal do Paraná**. Apostila do curso de Engenharia de Produção. Paraná. <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM052/Prof.Silvio/INTRODU%C3%87%C3%83O%20AO%20ESTUDO%20DOS%20A%C3%87OS-Parte%203.pdf> Acesso em: 12 maio. 2022.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. Tradução da 6ª edição americana. São Paulo: Blucher, 1977

BARROS, D. L. Aplicação de um planejamento estratégico baseado em metodologia A3. 77f. TCC (Pós-Graduação) - Curso de MBA em Gestão Estratégica, **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, 2016. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/49855>

BARROS, Gustavo. Desenvolvimento do setor siderúrgico brasileiro entre 1900 e 1940: Crescimento e substituição de importações. 41º Encontro Nacional de Economia da ANPEC, do XVI Seminário sobre a Economia Mineira (Diamantina) e do VII Encontro de Pós-Graduação em História Econômica & 5ª Conferência Internacional de História Econômica, bem como de um parecerista anônimo. . **Estudos Econômicos**. São Paulo [online]. 2015, v. 45, n. 1, pp. 153-183. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-4161201545153gbs> Acesso em: 20 abr 2022.

BRESCCIANI, Filho Ettore. **Conformação de metais**. Campinas. 1997. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4613601/mod_resource/content/1/Apostila_conforma%C3%A7%C3%A3o_V1_P1.pdf Acesso em: 11 mai. 2022

CALLISTER, Jr. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais**: uma Abordagem Integrada; tradução Sérgio Murilo Stamile Soares; Revisão técnica Paulo Emílio Valadão de Miranda (1940) 2ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

CEFET/SP. Informações Gerais sobre o Aço. Tecnologia Mecânica. 2001. São Paulo (digital). Disponível em: http://www.joinville.ifsc.edu.br/~paulosergio/Ciencia_dos_Materiais/Classifica%C3%A7%C3%A3o%20dos%20a%C3%A7os.pdf Acesso em: 20 abr 2022.

CAPOTE, Rogério Maciel. Produção de aço mundial e a competitividade no Brasil no período de 2003 a 2012. Monografia (graduação) Ciências Econômicas. **Universidade Federal do Paraná**. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/38276/MONOGRAFIA62-2014-2.pdf?sequence=1> Acesso em: 15 abr 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Instituto Aço Brasil. A indústria do aço no Brasil. Brasília (CNI), 2012. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/9d/68/9d680f8f-38e6-4077-89fb-55bf1bf63f68/20131002174604375684e.pdf Acesso em: 10 mai 2022

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

FERNANDES, O. DA ROCHA, L. Conformação Mecânica **INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA Campus Belém PARÁ**. [s.l: s.n.]. Disponível em: http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_ctrl_proc_indust/tec_metal/conform_mec/161012_confor_mec.pdf Acesso em: 14 fev 2022.

FELICIO, Eduardo Alves. Estudo da Implementação de Conceito da Produção Enxuta para Redução de Resíduos em uma Manufatura do Ramo Siderúrgico. Monografia (graduação) Faculdade de Engenharia da **Universidade Federal de Juiz de Fora**. 2012. Disponível em: https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012_1_Eduardo.pdf Acesso em: 12 abr 2022.

FIVE DESIGN. Corte de metais. Cisalhamento. (revista digital) Disponível em: <http://materiaiseprocessos.blogspot.com/2008/04/cisalhamento.html> Acesso em: 13 mai. 2022

ESAB. Processo de Soldagem TIG. (revista digital) Disponível em: https://www.esab.com.br/br/pt/education/blog/processo_soldagem_tig_gtaw.cfm. Acesso em: 12 mai 2022

FERRO, J. R. **Processo de gerenciamento A3**. Lean Institute Brasil. 2009 Disponível em: http://www.lean.org.br/comunidade/clipping/rev_lideranca.pdf

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Processos de Fabricação Mecânica. 2018. EEEP. Curso Técnico em Mecânica (apostila digital). Ceará. Disponível em: https://educacaoprofissional.seduc.ce.gov.br/images/material_didatico/mecanica/mecanica_processos_de_fabricacao_mecanica.pdf Acesso em: 10 mar 2022.

HELMAN, Horacio. **Fundamentos da conformação mecânica dos metais**. 2. ed. São Paulo: Artliber Editora, 2015. Disponível em: https://www.artliber.com.br/amostra/fundamentos_da_conformacao.pdf Acesso em: 20 mar 2022.

LOYD, N.; HARRIS, G. A.; BLANCHARD, L. Integration of A3 Thinking as an Academic Communication Standard. In: **INDUSTRIAL ENGINEERING RESEARCH CONFERENCE**, Cancun, México, 2010. [Anais...]. Disponível em: <https://uahcmer.com/wp-content/uploads/2010/11/FINAL-Integration-of-A3-Thinking-as-an-Academic-Communication-Standard.pdf>

MORO, Noberto. AURAS, André. **Processo de Fabricação**. Florianópolis. 2007. Disponível em: http://www.norbertocefetsc.pro.br/downloads/pfb_conformacaoi.pdf
Acesso em: 11 mai 2022

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produção De Metais Ferro e Aço. **Instituto Aço Brasil**. 2010. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/brasil_mcti_ferro_aco.pdf Acesso em: 10 abr 2022.

RIBEIRO, P. M. F. Aplicação da Metodologia A3 com instrumento de melhoria contínua em uma empresa da indústria de linha branca. 86f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, **Universidade de São Paulo**, São Carlos, 2012. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-06082012-100317/?&lang=br>

ROCHA, Otávio Fernandes Lima da. **Conformação Mecânica**. Belém 2012. Disponível em:
http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_ctrl_proc_indust/tec_metal/conform_mec/161012_confor_mec.pdf Acesso em: 11 mai. 2020

SAAD, N. M.; AL-SHAAB, A.; MAKSIMOVIC, M.; ZHU, L.; SHEBAB, E.; EWERS, P.; KASSAM, A. A3 thinking approach to support knowledge-driven design. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**. v. 68, p. 1371– 1386. 2013b. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-4928-7>

SHOOK, J. Toyota's Secret: The A3 Report. **MIT Sloan Management Review**. v. 50, n. 4, 2009. Disponível em: <https://sloanreview.mit.edu/article/toyotas-secret-the-a3-report/>

SOBEK II, D. K.; SMALLEY, A. **Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE PÁS EÓLICAS PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE

Camilla Suelen Juvenal Lucas
José Luciano Lopes da Costa Filho
Danielle Kely Saraiva De Lima
Jefferson Pereira Ribeiro
José Márcio Feitosa Monteiro

RESUMO

O processo de produção de pás eólicas tem como início a fabricação de kits consumíveis, e estes são compostos por tecidos de fibra de vidro e materiais como mangueiras, válvulas e nylon. Através dessas pequenas composições é possível iniciar o processo de infusão da resina nas fibras de vidro, até o processo de desmoldagem da pá. Com o objetivo de melhorar a produtividade do setor de montagem de mangueiras de uma indústria de fabricação de pás eólicas, foi utilizado o método DMAIC pela eficiência da sua aplicabilidade nos processos industriais, assim como todos os requisitos necessários em cada etapa do método para identificar as possíveis melhorias e padronizações do processo produtivo. Assim, esse trabalho mostrou a utilização do método DMAIC no projeto que teve como resultado o aumento de 90% da produtividade do setor, e trouxe impactos positivos dentro da organização para as rotinas exercidas pelos funcionários e permitiu a promoção de um dos operadores da linha produtiva.

Palavras-chave: DMAIC; Produtividade; Melhoria Contínua; Indústria.

ABSTRACT

The production process of wind blades begins with the manufacture of consumable kits, and these are composed of fiberglass fabrics and materials such as hoses, valves and nylon. Through these small compositions it is possible to start the process of infusing the resin in the glass fibers, until the process of demolding the blade. In order to improve the productivity of the hose assembly sector of a wind blade manufacturing industry, the DMAIC method was used due to the efficiency of its applicability in industrial processes, as well as all the necessary requirements in each step of the method to identify the possible improvements and standardization of the production process. Thus, this work presented the use of the DMAIC method in the project which resulted in a 90% increase in the sector's productivity, and brought positive impacts within the organization to the routines performed by employees and allowed the promotion of a production line operator.

Keywords: DMAIC; Productivity; Continuous Improvement; Industry production.

1 INTRODUÇÃO

No setor de energia eólica é muito comum o fechamento de contratos de longos prazos com o cliente para qual a pá será entregue. No início desse contrato é firmado o plano de produção de cada ano do contrato e um valor fixo para a pá faturada.

Dessa forma, qualquer tipo de desperdício atrelado ao processo produtivo, pode causar grandes prejuízos para a empresa executora, principalmente nos momentos de crise como vivenciado com a pandemia da Covid-19. Além do impacto na saúde dos funcionários outra dificuldade enfrentada na indústria eólica, foi com o abastecimento de matérias-primas.

Em 2020 quando a pandemia atingia seus maiores índices de infecção o evento anual “Brazil Windpower” foi realizado pela Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), pelo Conselho Global de Energia Eólica (GWEC, na sigla em inglês) e pelo Grupo CanalEnergia de forma remota, para tratar de assuntos relacionados ao futuro da produção de energia eólica no mundo.

Em meio as diversas dificuldades do setor industrial, metodologias foram sendo desenvolvidas de forma a aprimorar processos e produtos, como é o caso da metodologia Kaizen, a palavra Kaizen vem do japonês, e significa “mudança para melhor”. A metodologia foi desenvolvida em um cenário pós-guerra, juntamente com a ampliação dos fundamentos do Sistema Toyota de Produção, que se intensificou quando Monden (1981) publicou o primeiro artigo apresentando os fundamentos dos STP (Sistema Toyota de Produção).

O DMAIC refere-se a uma abordagem de ciclo de vida baseada em dados que garantem a sequência ordenada, lógica e eficaz do gerenciamento de projetos, objetivando identificação, quantificação e minimização das fontes de variações de um dado processo (SCATOLIN, 2005; SOKOVIC; PAVLETIC; PIPAN, 2010).

Por fim, o estudo de caso com dados quantitativos e qualitativos em uma indústria de pás eólica localizada no interior do estado do Ceará demonstrará os resultados obtidos através da aplicação do método DMAIC como principal norteador das etapas do projeto de melhoria de produtividade.

O objetivo geral do estudo realizado é validar a eficácia da aplicação do DMAIC como ferramenta de projeto para aumento de produtividade na fabricação de pás eólicas, por meio do acompanhamento e validação das ferramentas utilizadas nas etapas do método. Como objetivos específicos, tem-se: a) aplicar a método DMAIC, evidenciando o desenvolver de suas etapas; b) identificar os desperdícios no processo de fabricação de kits.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LEAN MANUFACTURING

A metodologia Lean faz referência ao Sistema Toyota de Produção (STP), um modelo de gestão que tem como berço o Japão e que foi desenvolvido após a visita de Taiichi Ohno à fábrica da Ford Motor Company em 1956. O então Engenheiro-Chefe da Toyota identificou que apesar da produção em grande escala, a fábrica estadunidense adotava um processo com muitos desperdícios em sua linha de produção (GHINATO, 1995).

Em 1983, Monden publicou um artigo com a segunda versão bem mais elaborada que a primeira que foi publicada em 1981, com a visão do mesmo sobre a estrutura do STP. O termo *Lean* surgiu com a publicação do livro “A máquina que mudou o mundo”, cujo autoria é atribuída a Womack (1992).

Como o *Lean* é uma vertente oriunda do STP, os conceitos de Just in Time (JIT) e Jidoka são considerados seus pilares, conforme apresenta a Figura 1:

Figura 1 – A Casa Lean.



Fonte: Adaptado de Dennis (2008).

2.2 DMAIC

O Conceito de DMAIC foi desenvolvido dentro do contexto da metodologia Seis Sigma, a fim de poder utilizar dentro dos projetos de melhoria um método

cíclico, assim como um roteiro norteando cada etapa do projeto até seu resultado final (Werkema, 2013).

A Metodologia Seis Sigma surgiu em uma fábrica da Motorola nos Estados Unidos em meados de 1980. Segundo Werkema (2004), o conceito do Seis Sigma é medir o desempenho da linha atual calculando quantos sigmas existem até que um defeito dessa linha seja identificado pelo cliente.

A redução da variabilidade nos processos tem como objetivo atingir a meta de 3,4 defeitos por milhão de peças, por esse motivo há uma interligação dos projetos Seis Sigma com a estatística, a letra grega sigma (σ) que nomeia a metodologia também representa o desvio padrão em notação estatística (Carvalho, 2005).

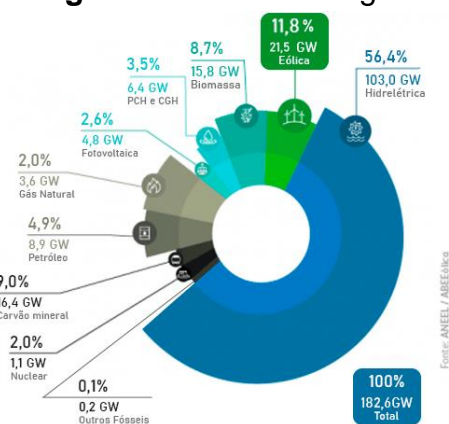
Segundo Werkema (2004), o método DMAIC funciona em 5 Fases, sendo elas:

- Define – Definir o problema.
- Measure – Mensurar a situação atual.
- Analyze – Analisar o problema.
- Improve – Melhorar a situação.
- Control – Controlar a situação.

2.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS PÁS EÓLICAS

De acordo com o relatório da Global Wind Energy, o Brasil é sexto maior gerador de energia eólica do mundo, com o crescimento de 1 gigawatts de potência instalada em 2011 para 21 gigawatts em janeiro de 2022. Segundo os dados da ABEEólica (Associação Brasileira de Energia Eólica), a energia eólica representa 11,8% da matriz energética brasileira, conforme apresenta a Figura 2.

Figura 2 – Matriz Energética Brasileira (em GW).



Fonte: ABEEólica (2022).

Os materiais utilizados no processo de fabricação de uma pá eólica variam de acordo com o projeto de cada empresa, nos projetos atuais a maioria das pás eólicas é construída em compósitos de fibra de vidro PRFV (HANSEN, 2008).

Explicando de forma macro, a primeira etapa do processo de fabricação das pás acontece fora dos moldes, na preparação dos kits. A preparação dos kits de consumíveis abrange o corte dos rolos de fibras de vidro e a separação dos materiais auxiliares no processo de infusão.

Após a montagem dos kits, eles são levados até o molde, onde é iniciado o *lay-up* como é denominado o processo de posicionamento das camadas de fibra de vidro. Com a finalização do *lay-up*, tem-se início a montagem do plano de infusão e nesse momento são utilizados os materiais auxiliares oriundos dos kits de consumíveis para garantir a injeção das resinas termofixas nas fibras de vidro.

3 METODOLOGIA

O tipo de pesquisa escolhido para esse estudo foi validado através de critérios escolhidos pelos autores, realizando uma pesquisa exploratória possibilitando constatações através de experimentos e definição do problema com maior precisão (MALHOTRA, 2001).

O trabalho é de natureza qualitativa-quantitativa, pois leva em consideração durante toda a aplicação do método DMAIC a experiência dos operadores envolvidos no processo produtivo, e utiliza de ferramentas e cálculos para atingir os objetivos citados no capítulo anterior, considerando as naturezas quantitativas e qualitativas como complementares (MALHOTRA, 2001).

O objeto de estudo escolhido foi o estudo de caso realizado em três semanas, sendo elas divididas em uma semana de coleta de dados e duas semanas para aplicação e acompanhamento das melhorias. De acordo com Yin (2001), o estudo de caso quando aplicado possibilita um estudo profundo e conhecimento amplo sobre os fenômenos pesquisados.

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

3.1.1 Local de estudo, coleta e tratamento de dados

O estudo de caso foi realizado em uma indústria de fabricação de pás eólicas, localizada no interior do Estado do Ceará no Complexo Industrial e Portuário do

Pecém. A empresa, fundada em 2010, deu início às atividades em 2012 e atualmente conta com cerca de 5.000 profissionais, divididos em três turnos e focados em realizar as entregas previstas no plano de produção.

Além da fabricação de pás, a empresa possui uma filial especializada no pós venda, e presta serviços de inspeção, manutenção e reparos de pás eólicas nos parques.

O conceito de triangulação de dados, de acordo com Yin (2001), consiste em utilizar várias fontes de dados e evidências para a construção de uma pesquisa, sendo um ponto forte para estudos de caso.

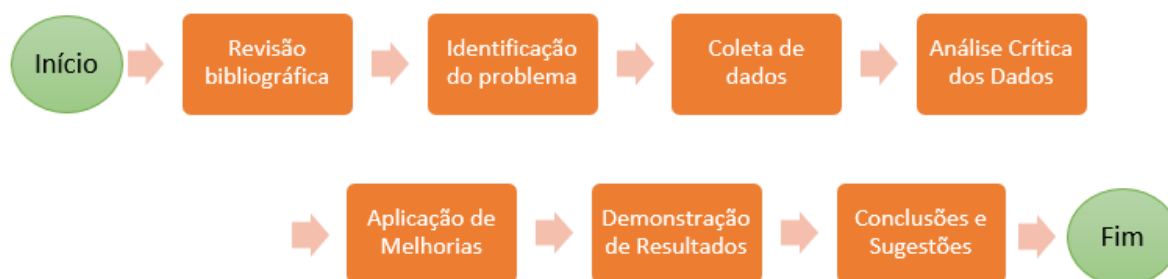
A fim de garantir a integração entre os conhecimentos teórico e práticos, a técnica de coleta de dados adotada nesse estudo, é a pesquisa-ação.

Na análise de dados foi utilizada a técnica de triangulação que, de acordo com Creswell (2003), além da coleta de dados, a técnica pode ser utilizada no tratamento dos dados a fim de realizar a validação e comparação dos mesmos, oriundos de fontes distintas.

3.1.2 Etapas do estudo de caso

A O processo de desenvolvimento metodológico desse trabalho está ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma da Metodologia do Trabalho.



Fonte: Autores (2022).

A primeira fase do trabalho é a revisão bibliográfica, nessa etapa foi realizado o levantamento literário sobre o *Lean* e o método DMAIC através de livros, teses e artigos. As etapas seguintes do estudo de caso foram realizadas através da aplicação do DMAIC.

A etapa de identificação do problema, faz referência a fase “Definir” do método DMAIC, nessa fase foi verificado o contexto do problema no setor com o auxílio da ferramenta A3, e os problemas mapeados foram o não atingimento da entrega das demandas, a necessidade de redução de um operador na linha produtiva e a ausência de um fluxo contínuo nas atividades. Após a leitura do cenário inicial, foi definido o objetivo de aumento de 20% da produtividade do setor de kits consumíveis e a redução de um funcionário na linha produtiva, para a promoção do mesmo.

Na etapa de coleta de dados foram implantadas as ferramentas da fase “Medir”, através do estudo de tempos realizado na produção foi possível coletar os dados dos tempos de ciclos de cada kit, com o auxílio do *software* Microsoft Excel 2013 foram construídos os gráficos de trabalho de cada operador, em comparação com o takt time necessário para o processo.

Na fase “Analisar” foi realizada a análise dos dados coletados no estudo de tempos na fase “Medir”, com o objetivo de reduzir os desperdícios identificados no processo, foi realizado o mapeamento do fluxo de trabalho, para realizar a aplicação de melhorias na fase “Melhorar”.

Na etapa de demonstração de resultados, deu-se início a fase “Melhorar” do DMAIC. Nessa fase foi definida a reestruturação da programação de reservas e recebimento de matéria-prima no setor, o balanceamento da linha de produção através do fluxo contínuo de trabalho, incluindo a eliminação dos desperdícios de tempos, espera, movimentação e transporte identificados anteriormente. Também foi realizada a fase “Controlar” do DMAIC, com a criação da lição ponto-a-ponto para padronizar a execução das atividades.

Por fim, foi realizada uma análise da aplicação do método DMAIC baseada no resultado do aumento de 90% da produtividade do setor e a promoção de um funcionário, comprovando a eficácia do método e a possibilidade de replicação para sistemas semelhantes ao escolhido para esse trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo os passos do Método DMAIC, a primeira etapa de um projeto de melhoria dentro de um ambiente fabril é identificar os gargalos produtivos que

motivaram o desenvolvimento do projeto e, para isso, foi utilizada uma das ferramentas do Sistema Toyota: o Relatório A3.

A denominação da ferramenta faz referência ao tamanho internacional de uma folha de papel de 297mm por 420mm. O Relatório A3 apresenta em uma única folha as seguintes informações:

- Título do projeto: Aumento de produtividade da célula de mangueiras
- Responsável: Camilla Lucas
- Data: fevereiro/2022
- Contexto: “Após a chegada de mais um cliente, houve um aumento no consumo de kits de mangueiras finalizados, sendo necessário realizar uma reestruturação na metodologia de trabalho, no abastecimento de materiais e balanceamento das atividades, a fim de atender a meta de 38 pás eólicas por semana, com a redução de um funcionário por motivo de promoção. O setor tinha a capacidade produtiva de 30 kits de mangueiras por semana, com 5 operadores na linha de produção”
- Objetivo/Meta: Aumentar 20% da capacidade produtiva da célula de mangueiras com a redução de um operador na linha de produção.
- Análise de Causas: Ausência de fluxo contínuo nas atividades, excesso de movimentação para recebimento de matéria prima, falta de material produtivo no início do turno.
- Soluções propostas: Balancear atividades entre os operadores, programar reserva e recebimento de material do almoxarifado, melhorar 5S da área, criar instrução de trabalho para padronizar as atividades da célula.
- Plano de ação e acompanhamento: Definir responsáveis por turno para buscar matéria-prima, criar matriz RACI, cronoanalisar atividades, realizar balanceamento de atividades.

Na fase “Mensurar” foi realizado o estudo de tempos e processos, com o objetivo de identificar se o tempo utilizado no processo de produção dos kits de mangueiras estava de acordo com o Takt Time necessário para a entrega.

O Takt Time é a métrica que define em quanto tempo um produto deve ser concluído para entregar a demanda de produção. Dennis (2008) define essa métrica de acordo com a equação (1):

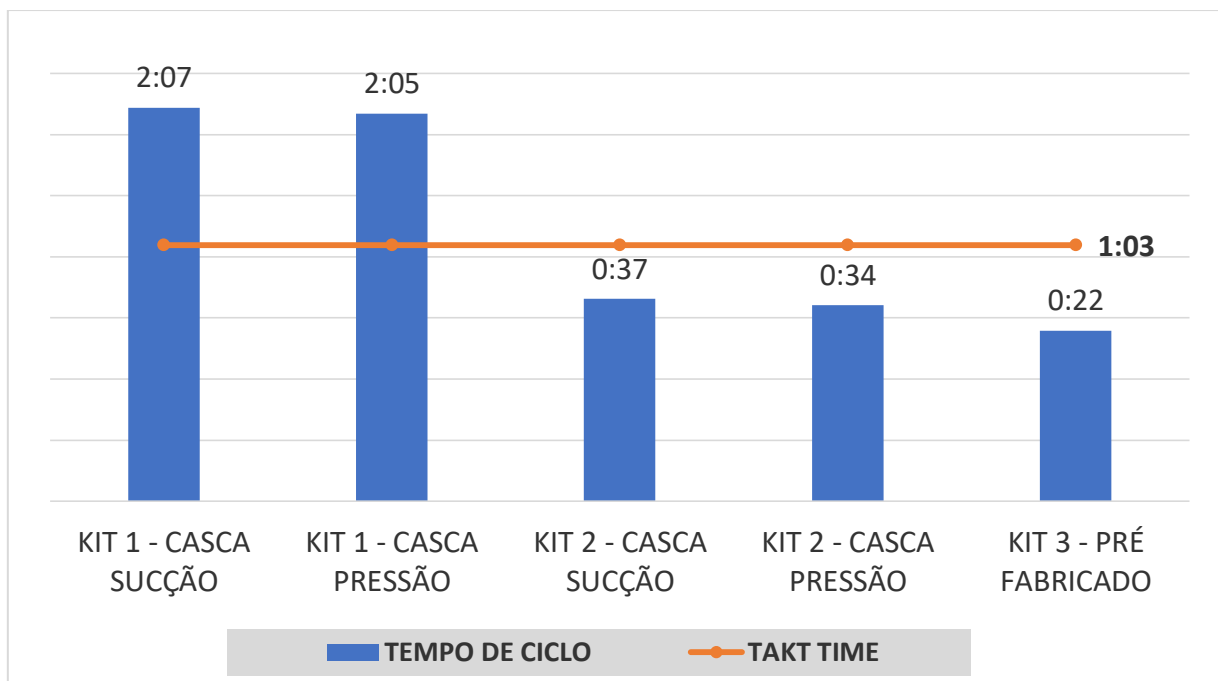
$$(1) \text{ Takt Time} = \frac{\text{Tempo Disponível de Produção}}{\text{Demanda}}$$

Em que:

$$\text{Tempo Disponível de Produção} = \text{Tempo de Produção} - \text{Paradas}$$

Segundo Tapping e Shuker (2010), o tempo de ciclo é o tempo que decorre do início de um processo ou atividade individual até o seu término. Diversos tempos de ciclo podem estar incluídos em um processo ou função individual. Partindo dessa afirmação, foram analisados os tempos de ciclos dos macros e micros processos até a conclusão dos kits de mangueiras e expostos no gráfico apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Tempo de Ciclo Inicial por Processo x Takt Time.

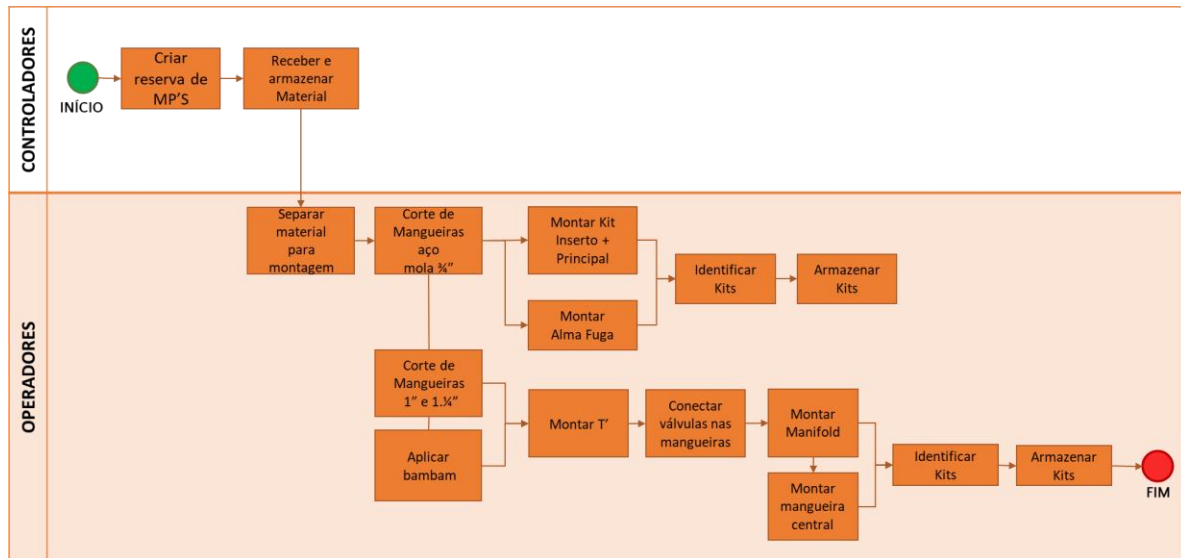


Fonte: Autores (2022).

Após a realização da cronoanálise e definição do Tak Time, foi implementada a fase “Analisar”. Nessa fase, tem-se a verificação o estado atual do processo de montagem de mangueiras e quais desperdícios mais impactam na entrega.

Assim, o fluxo final do processo foi implementado após as melhorias, conforme apresentado na Figura 5.

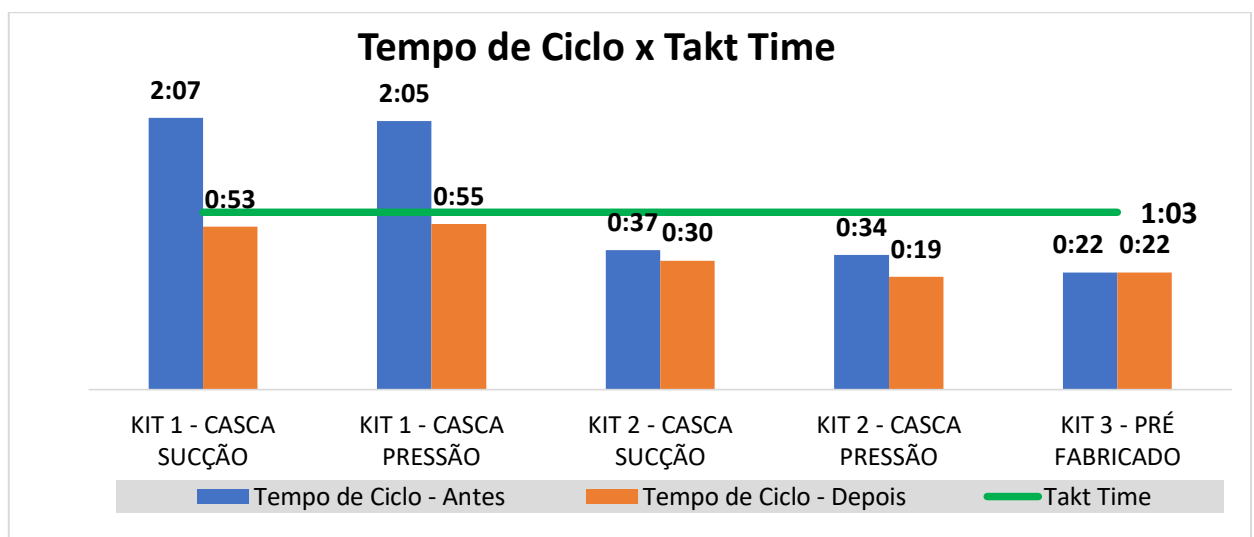
Figura 5 - Fluxograma de Montagem de Mangueiras – Fase Final.



Fonte: Autores (2022).

Após a aplicação das melhorias, foi realizada a divisão das atividades entre os operadores de forma que o tempo do ciclo de produção de cada kit esteja abaixo do Tak time de uma hora e três minutos, conforme apresentado no gráfico da Figura 6, o tempo médio de produção dos kits após a implementação das melhorias é de 35 minutos.

Figura 6 – Tempo de Ciclo Final por Processo x Takt Time.



Fonte: Autores (2022).

Através do trabalho realizado, a célula de mangueiras teve a redução de 48% no tempo de ciclo produtivo e aumento de 90% da produtividade, superando o objetivo inicial de 20%.

Na fase “Controlar” foi necessário a criação de mecanismos de acompanhamento e padronização do processo, para que o mesmo não volte ao estado inicial do projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado expôs os benefícios da utilização do método DMAIC como forma de aumento de produtividade dos processos produtivos, bem como a otimização dos processos através da padronização do trabalho.

A utilização do Relatório A3 possibilitou uma análise detalhada do problema inicial, das possíveis causas e o plano de ação a ser seguido dentro do DMAIC, transpassando cada etapa do processo em que a mesma foi aplicada.

Por fim, o objetivo inicial desse trabalho foi concluído com sua eficácia comprovada através das entregas obtidas de aumento da produtividade em 90% e redução de um operador na linha produtiva permitindo a promoção do mesmo. Tais resultados evidenciam a possibilidade de replicação em outros tipos de processos, sendo eles produtivos ou não, visto que o método DMAIC quando seguido atenciosamente e com suas ferramentas exploradas torna-se capaz de gerar ganhos tangíveis como aumento de produtividade, redução do tempo de ciclo e redução de desperdícios, como também resultado intangíveis como o desenvolvimento profissional dos operados ligados ao processo e a melhoria da qualidade de vida dos envolvidos no processo onde o método DMAIC foi aplicado na organização.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se dar continuidade a esse trabalho em outras áreas do processo produtivo, tais como os fornecedores e os clientes que estão descritos no SIPOC do setor onde ocorreu a melhoria, visando otimizar toda a cadeia produtiva da fabricação de pás eólicas. Também é válido buscar outras metodologias de melhoria, como por exemplo metodologias ágeis e integrá-las ao método DMAIC, para uma abrangência ainda maior dos seus resultados.

REFERÊNCIAS

- ABEEólica (Associação Brasileira de Energia Eólica). **Matriz Elétrica Brasileira**. Disponível em: < <https://abeeolica.org.br/#> >.
- BARRETO, André Renato. **Sistema Toyota de produção: Lean manufacturing implantação e aplicação em uma indústria de peças automotivas**. Téchne e Lógos, Botucatu, SP, v.3, n.2, Julho. 2012.
- BASTOS, Bernardo Campbel. **Aplicação do Lean manufacturing em uma linha de produção de uma empresa do setor automotivo**. Dissertação de Mestrado do curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Universidade de Taubaté. Taubaté/SP, 2012.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. Editora INDG. 8ª Edição. Minas Gerais. 2004.
- CARRIJO, José R. S. **Adaptações do modelo de referência do Total Productive Maintenance para empresas brasileiras**. Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba. Santa Bárbara do Oeste, 2008.
- CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches**. California: Sage, 2003.
- COELHO; E. A. et al. **Guia de uso do Modelo Corporativo de Processos de Software da Embrapa (MCPSE)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada. Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- DENNIS, P. **The remedy: bringing Lean thinking out of the factory to transform the entire organization**. 5. ed. Nova Jersey: Wiley, 2010.
- GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-in-Time**. Production. 1995, v. 5, n., pp. 169-189.
- HAMMER, M.; HERSHMAN, L. W. **Mais rápido, barato e melhor**. Determine o sucesso dos negócios alinhando processos organizacionais à estratégia. São Paulo: Ed. Elsevier, 2011.
- LIKER, Jeffrey k.; HOSEUS, Michael. **A Cultura Toyota: a alma do modelo Toyota**. Tradução de Francisco Araújo da Costa. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- LIKER, J.K.; MEIER, D.P. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007
- MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MONDEN, Y. **Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time**. 2nd ed., Industrial Engineering and Management Press, Norcross, GA, 1993.
- MANDUJANO, María G et al. **Identifying waste in virtual design and construction practice from a Lean Thinking perspective: A meta-analysis of the literature**.

Rev. de la Construcción, Santiago, v. 15, n. 3, p. 107- 118, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2016000300011>. Acessado em: 07 de Abril de 2017.

Marinho, T. **Os 12 macro-processos de manufatura de pás eólicas**. LinkedIn, [S.I.] 2021. Disponível em: < <https://www.linkedin.com/pulse/os-12-macro-processos-de-manufatura-das-p%C3%A1s-e%C3%B3licas-thayc-marinho/?originalSubdomain=pt> > Acesso em: 23 jun. 2022.

MARTINHÃO FILHO, O.; SOUZA, L.G.M. **Restrições técnicas associadas a um sistema integrado de gestão: estudo de caso em uma empresa**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26, Fortaleza, CE, 2006

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **The six sigma way: how GE, Motorola, and other top companies are honing their performance**. New York: McGrawHill, 2000

SCATOLIN, A. C. **Aplicação da metodologia Seis Sigma na redução das perdas de um processo de manufatura**. 2005. Dissertação (mestrado profissional em Engenharia Mecânica/Planejamento e Gestão Estratégica da Manufatura) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005. Acesso em: 01 set. 2018.

SHARMA, U. (2003). **Implementing Lean principles with the Six Sigma advantage: how a battery company realized significant improvements**. Journal of organizational Excellence, Summer

SOKOVIC, M.; PAVLETIC, D.; PIPAN, K. Kern. **Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS**. JAMME- Journal of achievements in materials and manufacturing Engineering. v. 43, ISSUE. 1. nov. 2010. Acesso em: 12 out. 2018.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **LEAN OFFICE: gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas – 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas**, 1ª edição, São Paulo: Editora Leopardo, 2010.

VERGARA, Sylvia Constant. **Gestão da Qualidade**. Editora FGV. 3º Edição. Rio de Janeiro. 2006

WERKEMA, M. C. C. **Criando Cultura Seis Sigmas - Serie Seis Sigmas**. Volume 1. Editora Werkema. 2004.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

LOGÍSTICA REVERSA DAS EMBALAGENS DE INDÚSTRIA DO SETOR QUÍMICO

Rayanne Albuquerque Vieira
José Luciano Lopes da Costa Filho
Danielle Kely Saraiva De Lima
Jefferson Pereira Ribeiro
José Márcio Feitosa Monteiro

RESUMO

O presente estudo tem o objetivo de esclarecer, através de levantamento bibliográfico, a inter-relação entre a logística reversa e a preservação do meio ambiente, no que tange a reutilização de embalagens em uma indústria química localizada em Maracanaú-CE. Os resultados remetem-nos à necessidade de as organizações adotarem sistemas sustentáveis de crescimento através da logística reversa, minimizando desta maneira o descarte de embalagens e consequentes gastos com a aquisição de novas embalagens. Com os resultados encontrados, concluímos que a prática de Logística Reversa apresenta uma redução de custos considerável para as indústrias, além de um requisito ambiental necessário no contexto evolutivo das sociedades.

Palavras-chave: Logística Reversa; Embalagens; Meio Ambiente; Indústria.

ABSTRACT

The present study aims to clarify, through a bibliographic survey, the interrelationship between reverse logistics and the preservation of the environment, regarding the reuse of packaging in a chemical industry located in Maracanaú-CE. The results remind us of the need for organizations to adopt sustainable growth systems through reverse logistics, thus minimizing packaging disposal and consequent expenses with the acquisition of new packaging. With the results found, we conclude that the practice of Reverse Logistics presents a considerable cost reduction for industries, in addition to a necessary environmental requirement in the evolutionary context of societies.

Keywords: Reverse Logistics; Packaging; Environment; Industry.

1 INTRODUÇÃO

A logística reversa tem recebido relevância na área da logística empresarial e vem sendo reconhecida devido à globalização, à explosão demográfica, à industrialização e à desenfreada competitividade no mercado acontecido nos últimos anos. Com isso, as empresas visualizaram necessidade de implantação de algumas mudanças nos segmentos e setores empresariais, e começam a ter uma visão distinta de seus processos de atendimento ao consumidor e de sua produção. Não obstante, buscam a melhoria de seu negócio e visam o atendimento além do consumo final. Desta forma, preocupam-se com o meio ambiente, buscando sempre

atingir o menor impacto ambiental possível dentro de suas estratégias, tendo como consequência e um bom incentivo, a redução de custos em seus processos.

A logística reversa atualmente vem sendo reconhecida por planejar, operar e controlar o fluxo físico de materiais e as informações correspondentes de bens de consumo, reinserindo-os no ciclo de vida produtivo.

A logística reversa tem como conceito instituído ser o principal instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual representa fator de desenvolvimento social e econômico descrito por um conjunto de procedimentos, ações e meio destinados a proporcionar a coleta e reparação dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento e reutilização (Lei nº 12.305/2010).

Pelo crescimento de 6,8% na fabricação de embalagens no segundo trimestre de 2021 em comparação ao mesmo período de 2020, segundo estudo da ABRE (Associação Brasileira de Embalagem), destacando-se também o crescimento específico de 18,3% nas embalagens metálicas, pode-se citar que há uma grande aumento e necessidade de uso da mesma no processo de distribuição de vendas de matérias prima. O descarte gera uma considerável visibilidade ecológica negativa, assim, a reutilização gera uma importante oportunidade econômica, constituindo um conjunto de atividades positivas para a indústria. Lista-se um melhor aproveitamento das embalagens com grande qualidade de vida, grande redução de custo em novas compras, levando em consideração ao grande aumento no valor do plástico no mercado brasileiro na atual situação que nos encontramos.

A redução de gastos torna-se algo de extrema importância e que devemos enfatizar no meio deste processo, pois ao invés de gerar compra de grande quantidade de tal item, no caso, nas embalagens utilizadas no processo produtivo da indústria química. Reutilizam a mesma passando pelo processo de higienização dos itens já utilizado, gerando menor impacto ambiental, pois os descartes das embalagens não são feitos constantemente, tornado um instrumento essencial para o desenvolvimento sustentável do país tão quanto da empresa em si.

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar e descrever o processo de logística reversa aplicado nas embalagens retornáveis de uma empresa do setor químico através de um estudo de caso, ressaltando a visibilidade e menor impacto ambiental, além da vantagem financeira. Como objetivos específicos, têm-se: a) descrever o processo de logística reversa dos IBC'S e Tambores de 90kg e

Tambores de 200 kg; b) descrever o processo de higienização e sanitização dos IBC'S e Tambores de 90kg e Tambores de 200 kg; c) fazer comparativo de custo das embalagens entre o processo de logística reversa e o processo de embalagens novas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LOGÍSTICA REVERSA

Segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos, a logística reversa caracteriza-se por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, seja para reaproveitamento no próprio, em outros ciclos produtivos ou até com outra destinação. No entanto, esse processo de logística reversa deve ser eficiente, desde o ponto de origem até sua disposição para gerar resultados positivos. Para isso o planejamento e a implementação são essenciais para o projeto. Pode-se ver na Figura 1 o fluxo da logística reversa.

Figura 1 - Fluxo logística reversa.



Fonte: LEITE (2017).

A logística reversa trata da recuperação de produtos, embalagens e outros materiais, desde o ponto de consumo até a origem da forma mais sustentável possível, adquirindo assim vantagens competitivas para as organizações que

implantam e controlam esse processo (TAVARES, 2020). A Figura 2 apresenta a geração de diferencial competitivo, segundo Paulo Roberto Leite (2017).

Figura 2 - Geração de diferencial competitivo.



Fonte: LEITE (2017).

O grande passo foi dado com a implantação da Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) - DEFINIÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Segundo Tavares (2020), a classificação dos resíduos sólidos gerados em uma determinada atividade é o primeiro passo para estruturar um plano de gestão adequado. A partir daí serão definidas as etapas de coleta, armazenagem, transporte, manipulação e destinação final, de acordo com cada tipo de resíduo gerado.

Os resíduos sólidos são definidos como: “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (Lei nº 12.305/2010).

A Gestão Integrada de Resíduos deve compreender as ações gerenciadoras relacionadas às etapas de geração, acondicionamento, coleta, transporte, reaproveitamento, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos, ressaltando

que, o reaproveitamento e tratamento são as ações corretivas para valorização dos resíduos e a redução de impactos ambientais, como por exemplo, a reciclagem, reutilização, recuperação ou compostagem.

O gerenciamento de resíduos sólidos por meio da logística reversa, como instrumento de gestão ambiental e a prática da logística reversa, sob a visão dos diversos níveis de gerenciamento desses resíduos, como a redução do consumo, a reutilização, a reforma, a reciclagem, a incineração ou aproveitamento de energia.

Diante do exposto, conclui-se que ao praticar a logística reversa, as empresas devem se planejar não apenas para cumprir devidamente a lei e sim para adequar todo o seu processo produtivo de forma que reduza seus custos operacionais.

3 METODOLOGIA

No capítulo em questão, serão apresentados os métodos e procedimentos que configuraram o presente trabalho. A partir de uma pesquisa bibliográfica, que se classifica como pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa, utilizando-se do método de coleta de dados obtidos por análise documental, tornou-se possível obter o suporte necessário para a execução dos estudos. Este trabalho foi produzido sob o regimento das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

3.1.1 Local de estudo, coleta e tratamento de dados

Este estudo foi desenvolvido na cidade de Maracanaú - CE, em uma indústria química multinacional que se dedica a produzir e comercializar produtos químicos e de aditivos para indústrias no segmento de tintas imobiliárias e de têxtil.

A coleta de dados ocorreu a partir de uma avaliação de informações através de reuniões com os envolvidos quanto ao fluxo do processo, além de um levantamento documental.

Os dados coletados no decorrer do trabalho serão apresentados passo a passo, descrevendo o processo da logística reversa das embalagens, além de expor tabelas referente a lucratividade comparado a reutilização com um novo processo.

3.1.2 Etapas do estudo de caso

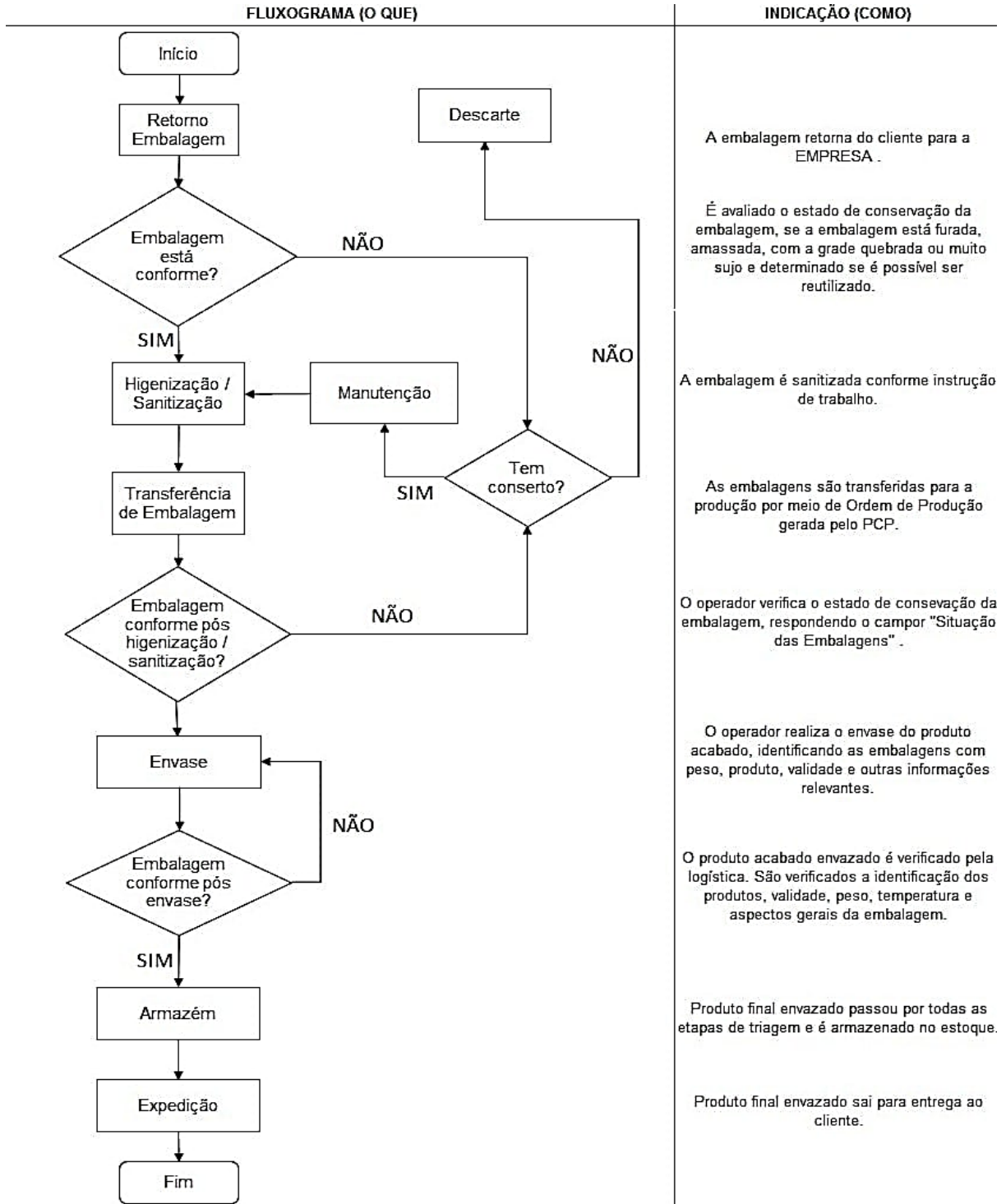
A princípio, é de fundamental importância conhecer e compreender o funcionamento do processo da organização e a importância das embalagens

perante o ciclo de comercialização. Deve-se então mapear o processo de acordo com o fluxo e etapas pertinentes ao estudo de caso apresentado no fluxograma da Figura 3, que tem como objetivo estabelecer as etapas de recebimento e expedição das embalagens.

Conforme apresentado na Figura 3, o fluxograma de triagem das embalagens inicia-se com o retorno das embalagens do cliente à empresa e logo após sua chegada, é verificado o estado de conformidade e conservação da embalagem, caso esteja tudo de acordo, a embalagem é transferida para o setor responsável pela higienização e passa pelo processo de sanitização, mas caso não esteja de acordo, a mesma é verificada a possível manutenção caso viável, e caso inviável é descartada.

Após o processo de higienização, é realizado o envase dos produtos acabados e verificado novamente o estado da embalagem após este processo, caso não esteja conforme o padrão de qualidade verificando a identificação dos produtos, validade e lote, é realizado o reenvase e verificação novamente, após conformidade nas verificações, à embalagem é transferida para o armazém e disponível para expedição.

Figura 3 - Fluxograma triagem das embalagens.



Fonte: Autores (2022).

3.1.3 Processo de Higienização dos IBC'S

Este tópico tem como objetivo descrever os procedimentos referentes a higienização e sanitização de IBC, para reutilizar embalagens e evitar possíveis pontos de contaminação.

O Intermediate Bulk Container (IBC), é um container de multiuso na indústria para transporte sólidos, pastas e líquidos. Uma de suas vantagens é que pode ser lavado e reutilizado, além de ser facilmente transportado por empilhadeira e armazenados em forma de pilha.

A empresa estudada possui um setor de higienização em que os IBC'S são lavados, sanitizados e armazenados. O ambiente de lavagem possui um ponto de jato, de água pressurizada, um ponto de vapor, um aspirador de líquidos e de pó, e um pulverizador de biocidas.

O ambiente de armazenamento dos IBC's já higienizados é separado pelo destino de acordo com o produto que será envasado. Isso é de extrema necessidade, para que não haja contaminação entre produtos distintos, por exemplo, um produto a base de solvente não pode ser armazenado em um IBC que antes continha um produto a base de água ou um corante (Preto ou Índigo).

O procedimento de higienização é semelhante para todos os IBC's, dependendo apenas da substância que estava armazenada anteriormente. Os IBC's que necessitam ser higienizados podem estar contaminados com os seguintes materiais:

- Matéria-Prima;
- Produto Final (Corante, Auxiliares, Acrílica e Solventes);
- Silicone (Reutilizados);
- Outras Substâncias (Reutilizados);

Ao final do processo de higienização, os IBC's são dispostos, por uma empilhadeira ou patinha, no ambiente de armazenamento de acordo com seu local de destino, conforme cores e legendas previamente estabelecidas.

3.1.4 Procedimento dos Tambores

Esta seção descreve todo o processo dos tambores utilizados e/ou reutilizados pela fábrica, do momento de chegada até o ponto de utilização para partida aos clientes.

O Tambor é uma embalagem metálica com tampa removível (TR) ou fixa (TF), onde o mesmo é utilizado para o armazenamento de conteúdo líquido ou sólido, tem capacidade de armazenamento de até 200 litros, que além de ser um dos armazenamentos mais seguros, facilita o transporte dos produtos sem risco de vazamentos, contaminação e até mesmo de alterações químicas, podendo ser transportados em paletes por empilhadeiras ou patinhas. Uma de suas vantagens é que podem ser higienizados e reutilizados, além de terem maior resistência ao armazenamento de produtos com alta temperatura.

A princípio, os tambores são armazenados na área de verificação, onde o operador avalia o estado de conservação, no ato do recebimento. Todas as embalagens conforme são alinhadas, empilhadas e protegidas por uma lona para melhor conservação e ficam disponíveis para serem enviadas para o setor de pintura. Já as não conformes são recusadas no ato do recebimento.

Os tambores são separados para alguns reparos, tais como desamassar embalagens com martelo de borracha 800 gramas e preparados para pintura, através de uma simples higienização com jato de água e secagem com aspirador conforme o mesmo procedimento dos IBC's. Então, é realizada a pintura do mesmo com o auxílio de uma pistola ar direto gravidade eco21, utilizando uma tinta de cor azul frança.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em busca dos resultados propostos por meio dos objetivos deste trabalho e a fim de constatar a vantagem da aplicação da logística reversa das embalagens comparado ao custo das compras de embalagens novas, foi realizado um levantamento de valores gastos mensalmente no processo de compra das embalagens reutilizadas, junto do custo para higienização e pintura destas embalagens para ficarem aptas para retorno no processo produtivo e de utilização.

Utilizando o período de Novembro/2021 a Março/2022, seguem tabelas 1, 2, 3 apresentando as quantidades e custos de compras das respectivas embalagens: TAMBOR 90KG; TAMBOR TF 200KG; TAMBOR TR 200KG.

Tabela 1 - Custos Tambores TR 90KG

MÊS	QUANTIDADE	CUSTO UNITARIO	CUSTO TOTAL
NOVEMBRO	64	R\$ 1,50	R\$ 96,00
DEZEMBRO	50	R\$ 1,70	R\$ 85,00
JANEIRO	0	R\$ -	R\$ -
FEVEREIRO	391	R\$ 1,36	R\$ 529,81
MARÇO	0	R\$ -	R\$ -
TOTAL	505	-	R\$ 710,81

Fonte: Autores (2022)

Tabela 2 - Custos Tambores TR 200KG

MÊS	QUANTIDADE	CUSTO UNITARIO	CUSTO TOTAL
NOVEMBRO	0	-	-
DEZEMBRO	100	R\$ 75,00	R\$ 7.500,00
JANEIRO	100	R\$ 75,00	R\$ 7.500,00
FEVEREIRO	100	R\$ 75,00	R\$ 7.500,00
MARÇO	200	R\$ 75,00	R\$ 15.000,00
TOTAL	500	-	R\$ 37.500,00

Fonte: Autores (2022).

Tabela 3 - Custos Tambores TF 200KG

MÊS	QUANTIDADE	CLASSE	CUSTO UNITARIO	CUSTO TOTAL
NOVEMBRO	588	A	R\$ 170,00	R\$ 99.960,00
DEZEMBRO	30	B	R\$ 20,00	R\$ 600,00
JANEIRO	30	B	R\$ 20,00	R\$ 600,00
FEVEREIRO	15	B	R\$ 23,00	R\$ 345,00
MARÇO	588	A	R\$ 205,00	R\$ 120.540,00
TOTAL	1251	-	-	R\$ 222.045,00

Fonte: Autores (2022).

Levando-se em consideração que os containers plásticos, no caso, o IBC 1000kg, trata-se da embalagem chefe da empresa estudada.

A Tabela 4 apresenta as quantidades e custos totais dos IBC's comprados no período de novembro/2021 a março/2022 para melhor esclarecimento.

Tabela 4 - Custo total IBC'S de novembro/2021 a março/2022.

EMBALAGEM	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
<i>NOVEMBRO</i>	<i>353</i>	<i>R\$ 98.117,50</i>
<i>DEZEMBRO</i>	<i>199</i>	<i>R\$ 64.835,00</i>
<i>JANEIRO</i>	<i>213</i>	<i>R\$ 60.205,00</i>
<i>FEVEREIRO</i>	<i>139</i>	<i>R\$ 38.640,00</i>
<i>MARÇO</i>	<i>321</i>	<i>R\$ 68.924,68</i>
TOTAL	1.225	R\$ 330.722,18

Fonte: Autores (2022).

Conclui-se que o custo total de compra de IBS'S no período de novembro/2021 a março/2022 é de R\$330.722,18.

Ao juntar os custos de compra dos Tambores 90kg, Tambores TR 200kg, Tambores TF 200kg e IBC'S 1000kg mostrados nas tabelas 1, 2, 3 e 4 soma-se um valor de R\$590.977,00 como apresentado na tabela 5.

Tabela 5 - Custo total de embalagens compradas

EMBALAGEM	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
<i>TAMBOR 90 KG</i>	<i>505</i>	<i>R\$ 710,81</i>
<i>TAMBOR TR 200KG</i>	<i>500</i>	<i>R\$ 37.500,00</i>
<i>TAMBOR TF 200KG</i>	<i>1251</i>	<i>R\$ 222.045,00</i>
<i>IBC 1000KG</i>	<i>1225</i>	<i>R\$ 330.722,18</i>
TOTAL	3481	R\$ 590.977,99

Fonte: Autores (2022).

Além do custo de compra das embalagens, existem os custos para higienização, pintura e reparo com valor total de R\$72.300, gastos no período de novembro/2021 a março/2022 como mostrado na Tabela 6, em que são apresentados os custos de mão de obra de produtos químicos a serem utilizados no processo de higienização, nas tintas utilizadas no processo de tratamento e pintura dos tambores, equipamentos comprados e/ou manutenção dos mesmos, como bombas de hidro jatos, patilha para locomoção, entre outras despesas como energia, ar comprimido e até mesmo peças de reposição como tampas para as embalagens e/ou aros para os tambores.

Tabela 6 - Custo total para higienização, pintura e reparo das embalagens no período de novembro/2021 a março/2022.

CUSTO PARA HIGIENIZAÇÃO, PINTURA E REPARO	
MÃO DE OBRA	R\$ 48.520,00
PRODUTOS QUÍMICOS	R\$ 7.215,00
TINTA	R\$ 6.880,00
EQUIPAMENTOS/MANUTENÇÃO	R\$ 4.685,00
OUTRAS DESPESAS	R\$ 5.000,00
CUSTO TOTAL	R\$ 72.300,00

Fonte: Autores (2022).

Conclui-se que, ao somar o custo total de compra das embalagens com os custos totais de higienização, pintura e reparo apresentado na Tabela 6, tem-se o valor gasto aplicando a Logística Reversa (LR) no processo de embalagens da empresa estudada como sendo de R\$ 663.227,99, e apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Custo total aplicando LR.

CUSTO TOTAL APLICANDO LR	
<i>CUSTO TOTAL EMBALAGENS COMPRADAS</i>	R\$ 590.977,99
<i>CUSTO TOTAL HIGIENIZAÇÃO, PINTURA E REPARO</i>	R\$ 72.300,00
CUSTO TOTAL APLICANDO LR	R\$ 663.277,99

Fonte: Autores (2022).

Caso a empresa estudada não aplicasse a LR nas embalagens utilizadas em seu processo comercial e produtivo, ela teria um custo de R\$1.525.600 na compra de embalagens totalmente novas, como apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Custo total de embalagens não aplicando a LR.

EMBALAGEM	QUANTIDADE	MÉDIA CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TAMBOR 90 KG	505	R\$ 70,00	R\$ 35.350,00
TAMBOR TR 200KG	500	R\$ 150,00	R\$ 75.000,00
TAMBOR TF 200KG	1251	R\$ 250,00	R\$ 312.750,00
IBC 1000KG	1225	R\$ 900,00	R\$ 1.102.500,00
TOTAL	3481	-	R\$ 1.525.600,00

Fonte: Autores (2022).

Ao comparar os custos aplicando a LR com os custos sem aplicar a LR, conclui-se que é de melhor vantagem financeira e econômica continuar aplicando a LR, com uma redução de custo de 43,48% como apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Comparação custo com e sem aplicação da LR

DESCRIPTIVO	CUSTO
CUSTO NÃO APLICANDO LR	R\$ 1.525.600,00
CUSTO TOTAL APLICANDO LR	R\$ 663.277,99
REDUÇÃO	43,48%

Fonte: Autores (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o levantamento de dados realizado na empresa estudada, conclui-se que é de maior vantagem econômica continuarem aplicando a logística reversa nas embalagens utilizadas na indústria, com isto, reduzindo custo de aproximadamente 43,48% comparado a compra de embalagens novas, equivalente a R\$ 862.322,01 para um período de cinco meses.

Diante o processo de logística descrito no estudo de caso, conclui-se que o fluxograma de triagem das embalagens é seguido corretamente de forma detalhada, seguindo todos os pontos descritos.

Além da vantagem financeira já existente, vale ressaltar a redução significativa de aproximadamente 3.481 embalagens que não foram descartadas e sim reutilizadas no período de estudado, assim, reduzindo impactos ambientais de descarte de resíduos sólidos.

Por fim, este trabalho ratifica os conceitos disseminados no mercado, quanto aos ganhos de imagem e aumento de competitividade econômica para os negócios que se dedicam à utilização da estratégia de logística reversa na administração de suas embalagens. Para o caso estudado, o volume de vendas e as margens do negócio dependem grandemente da aplicação deste conceito.

REFERÊNCIAS

- ABRE – **Associação Brasileira de Embalagens. Setor de embalagem apresenta crescimento de 6,8% no segundo trimestre de 2021.** Disponível em: <<https://www.abre.org.br/inovacao/setor-de-embalagem-apresenta-crescimento-de-68-no-segundo-trimestre-de-2021/>>. Acessado em: 17/03/2022 às 12:30.
- BRITO M., DEKKER R., **Reverse Logistics - a Framework. Econometric Institute Report.** Vol 38, Erasmus University Rotterdam, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

LEI Nº 12.305. Presidência da República. Casa Civil. **Subchefia para Assuntos Jurídicos**, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acessado em: 21/10/2021 às 13:13.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade. Conselho de Logística Reversa do Brasil**. 2ª ed. 2017. Disponível em: < <http://www.sicap-sp.org.br/fotosbd/file/PALESTRA%20-%20LOGISTICA%20REVERSA.pdf>>. Acessado em: 05/02/2022 às 19:00.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/logistica-reversa>>. Acessado em: 03/10/2021 às 17:08.

STOCK, J. R. **Reverse Logistics**. Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1992.

TAVARES, V. A. **A Logística Reversa de Resíduos Sólidos**. Logweb, 2020. Disponível em: <<https://www.logweb.com.br/colunas/logistica-reversa-de-residuos-solidos/>> . Acessado em: 07/10/2021 às 12:17.

TIBBEN-LEMBKE, R. S., ROGERS, S. D. **Differences Between Forward and Reverse Logistics in a Retail Environment**. *Supply Chain Management: An International Journal*, pp. 271-282, 2002.

TRIVINOS, A. W. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA TPM PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE BISCOITOS

Ruy Victor De Aquino Lopes
Gleison Ribeiro Cruz
Danielle Kely Saraiva De Lima
Jefferson Pereira Ribeiro
José Márcio Feitosa Monteiro

RESUMO

Em um cenário industrial de crescente competitividade, a gestão eficiente de todos os recursos disponíveis tornou-se um fator decisivo para a sobrevivência de uma organização. É fundamental identificar as principais perdas do processo com foco na maximização dos ganhos, aumento da disponibilidade de suas máquinas e otimização da sua produção. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar através de um estudo de caso a aplicação da metodologia da Manutenção Produtiva Total (TPM), em uma linha de produção de biscoitos recheados com foco na redução do número de paradas de linha ocasionadas por quebras de máquina. Conforme os indicadores da indústria estudada, as paradas de manutenção representam o principal ofensor para a eficiência operacional desta linha, e para reduzi-los se foram aplicadas as técnicas propostas pelo TPM e as ferramentas de Análise de Causa Raiz (RCA) e Análise de Modo de Falha e Efeito (FMEA). Os métodos demonstrados e os resultados do trabalho, mostram a efetividade do TPM como ferramenta de gestão e os impactos relevantes que a aplicação obteve na linha de produção estudada.

Palavras-chave: Eficiência do Processo; Manutenção Produtiva Total (TPM); Redução de quebras; Análise de Causa Raiz; FMEA.

ABSTRACT

In an industrial scenario of increasing competitiveness, the efficient management of all available resources has become a decisive factor for the survival of an organization. It is essential to identify the main losses of the process with a focus on maximizing gains, increasing the availability of your machines and optimizing your production. In this context, the present work aims to present, through a case study, the application of the Total Productive Maintenance (TPM) methodology in a production line of filled biscuits with a focus on reducing the number of line stops caused by breakdowns machine. According to the indicators of the studied industry, maintenance stops represent the main offender for the operational efficiency of this line, and to reduce them, the techniques proposed by TPM and the Root Cause Analysis (RCA) and Mode Analysis tools were applied of Failure and Effect (FMEA). The methods demonstrated and the results of the work show the effectiveness of TPM as a management tool and the relevant impacts that the application had on the production line studied.

Keywords: Process Efficiency; Total Productive Maintenance (TPM); Break Reduction; Root Cause Analysis; FMEA.

1 INTRODUÇÃO

Diante do cenário da crescente competitividade entre as indústrias, se faz necessário a implementação de técnicas de gestão de recursos, a fim de tornar as fábricas mais eficientes e produtivas, buscando manter ou ampliar a sua participação dentro do mercado de produtos manufaturados. Para tanto, os gestores dessas empresas precisam, constantemente, desenvolver estratégias para o aumento do desempenho industrial, visando otimizar parâmetros como produtividade, custos, disponibilidade, qualidade, dentre outros.

No Brasil, grande parte das empresas adotam metodologias com o objetivo de minimizar perdas e aumentar ganhos. Dentre as mais diversas ferramentas, o *Lean Manufacturing* se destaca por englobar técnicas e métodos de produção enxuta como a Manutenção Total da Produção (TPM), cinco sentidos (5s), Gestão classe mundial (GCM), que permitem com que a indústria tenha ganho operacional proporcionando a otimização do processo. Estas ferramentas podem ser adotadas de forma isolada ou associadas como um complexo de técnicas que auxiliem no processo de gestão.

Os benefícios obtidos com a adoção da metodologia TPM permitem inserir as companhias no mercado globalizado através de um nível de excelência em seus processos de transformação, que passam a ter maior qualidade, menor custo e maior agilidade.

Dito isso, temos o questionamento: como o TPM pode ser aplicado em uma indústria de alimentos com foco na redução de perdas operacionais, e que resultados podemos observar na prática?

Desta maneira, a presente pesquisa apresentará um estudo de caso da aplicação da metodologia do TPM, implementada em uma linha de produção de biscoitos localizada na cidade do Eusébio - CE, com o objetivo de erradicar as perdas geradas por paradas de manutenção que impactam diretamente no indicador de performance operacional OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Em complementação ao objetivo geral temos os seguintes objetivos específicos: Apresentar os conceitos teóricos acerca de manutenção e da metodologia TPM; Aplicar a metodologia TPM e as ferramentas Análise de Causa Raiz (RCA) e FMEA para redução de paradas de máquina; Evidenciar os resultados práticos da aplicação da metodologia TPM na linha de produção trabalhada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO

Segundo o dicionário Michaelis (2021), as definições para o termo manutenção são: (i) “Ato de conservar ou de fazer durar algo em bom estado; preservação”. (ii) “Ação de administrar algo; administração; gerenciamento.” (iii) “Cuidado periódico para a boa conservação de máquina, equipamento, ferramenta etc.”

Viana (2020) compreende manutenção como o conjunto de atividades voltadas a manter em perfeito estado produtivo os bens de produção. A palavra manutenção advém do termo latim, *manus tenere*, cujo significado é “Manter o que se tem em mãos”.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, pontua que manutenção é “A combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. (ABNT,2020). Para Slack (2009), o termo manutenção é a abordagem pela qual as organizações desenvolvem atividades para evitar falhas, cuidando de suas instalações físicas. Como benefícios proporcionados pela manutenção o autor destaca: a melhoria da segurança nas instalações, aumento da confiabilidade do processo, maior qualidade dos produtos, custos de operação mais baixos, vida útil dos equipamentos e instalações mais longa e valorização final das próprias instalações e equipamentos.

Tavares (2005) considera que a manutenção é área chave para qualquer organização, pelo fato de ser responsável pela gestão dos ativos da empresa, por ser elemento determinante no custo e no ciclo de vida das máquinas empregadas no seu setor produtivo. O autor ainda afirma que equipamentos parados ou com baixa produção decorrentes de manutenção inadequada, representam perdas reais que vão desde a baixa qualidade dos produtos até perdas de clientes para a concorrência.

Neste contexto, verifica-se a grande importância da manutenção dentro do segmento produtivo, haja visto que ela atua como ferramenta de maximização da utilização das suas máquinas, contribuindo com a redução de custos operacionais e impulsionando a performance da organização.

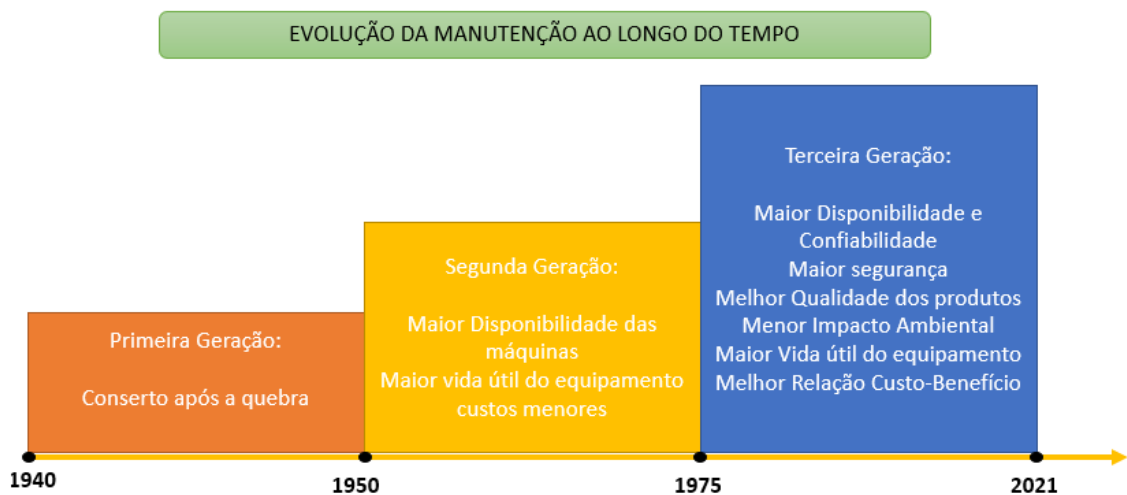
2.2 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

Em meados do século XVI, a manutenção aparece como função do organismo produtivo com o surgimento dos primeiros teares mecânicos. Neste período o fabricante das máquinas formava os operadores como mantenedores com o intuito de operar e manter o equipamento. (VIANA, 2002)

Ainda segundo Viana, a grande evolução e o surgimento das primeiras técnicas se deram durante a Segunda Guerra Mundial, firmando a manutenção como necessidade absoluta decorrente da importância de conservar homens e seus materiais em um nível de constante de operação.

Para Siqueira (2005), o desenvolvimento da manutenção pode ser dividido em três gerações, conforme é possível ver na Figura 1: (i) Mecanização, (ii) Industrialização e (iii) Automatização.

Figura 1 - Evolução da manutenção adaptado de Moubray (1997).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na fase da Mecanização, durante as décadas de 1940 e 1950, os equipamentos eram simples e superdimensionados, por isso só havia preocupação em restaurá-los quando apresentavam defeitos.

Em seguida, entre 1950 e 1975, começa a segunda geração – Industrialização - com o objetivo de aumentar a disponibilidade e vida útil a um baixo custo com técnicas de manutenção preventiva capazes de minimizar quebras e seus impactos na produção. É também neste mesmo período que surgem a Manutenção Preditiva, baseada na condição do equipamento, e o TPM (*Total Productive Maintenance*) de-

corrente do Sistema Toyota de produção, abrindo caminho para a terceira geração. (VIANA, 2020)

A partir de 1975, se inicia a Automação, a partir do crescimento do consumo em larga escala da sociedade, surgindo uma concorrência globalizada onde os equipamentos são mais exigidos e o impacto da sua disponibilidade são cada vez mais importantes. Os consumidores passaram a ser mais exigentes, tornando critérios como confiabilidade e custos, fundamentais para um bom desempenho industrial.

2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Há vários tipos de manutenção, entre elas estão a corretiva, preventiva, preditiva e a centrada na confiabilidade. A seguir comentaremos a definição de cada uma delas segundo a norma.

De acordo com ABNT (2020) - Norma NBR-5462, a “Manutenção Corretiva é a manutenção efetuada após a ocorrência de uma falha (ou pane), destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.” Dados coletados pela ENGETELES - Consultoria e Treinamentos para área de Gestão da Manutenção, mostram que 69% das empresas brasileiras aplicam apenas a manutenção corretiva em seus ativos. Para o autor da pesquisa, este tipo de manutenção é a mais cara, que demanda mais tempo e por consequência traz mais ônus para a empresa que decide implementá-la.

No entendimento de Viana (2020), mesmo que o conceito da manutenção corretiva esteja baseado na “falha” ou “pane” de um equipamento para seu início, isto não significa necessariamente que não exista planejamento para tal. Por isso, o autor cita duas variações de Manutenção Corretiva: (i) Corretiva Emergencial; (ii) Corretiva Planejada.

A Manutenção Preventiva é a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item (NBR-5462, ABNT 2020), Slack (2009) a “Manutenção Preventiva visa eliminar ou reduzir as probabilidades Para de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos pré-planejados.”

Viana (2020) classifica como manutenção preventiva, “todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, estando condições operacionais ou com defeitos que não afetam o atendimento a nenhuma das suas funções requeridas.” O autor divide a Manutenção Preventiva em dois grupos: (i) Manutenção Sistemática; (ii) Manutenção sob Condição.

Para ABNT (2020), norma 5462, “Manutenção preditiva é aquela técnica que permite garantir uma qualidade de serviço desejado, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.”

Viana (2020) salienta que a Manutenção Preditiva busca prever a proximidade da ocorrência de uma falha ou a existência de algum defeito. O objetivo é determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora. Algumas das vantagens deste tipo de inspeção são evitar desmontagens para inspeção e utilizar o componente até o máximo da sua vida útil.

Teles (2019) define a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), traduzida da expressão em inglês, RCM – *Reabilitly Centered Maintenance*, como uma política de manutenção estruturada necessária para o planejamento das atividades necessárias para manter a disponibilidade e confiabilidade de qualquer processo produtivo. Para Viana (2020), a MCC se coloca como um importante instrumento para tomada de decisão gerencial, sobre quais serão as diretrizes da política de manutenção a serem seguidas por um processo industrial.

2.4 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Com origem no Japão em 1971, a Manutenção Produtiva Total (TPM) surge como resultado do esforço de empresas japonesas em aprimorar a manutenção preventiva criada pelos americanos na década de 50. A técnica japonesa foi formada utilizando conceitos da manutenção preventiva, manutenção do sistema de produção, engenharia de confiabilidade na busca da melhor eficácia no relacionamento homem-máquina. (RIBEIRO, 2014)

O TPM se firmou primeiramente na indústria automobilística e logo se tornou parte da cultura de corporação de companhias como Toyota, Nissan, e Mazda, e seus fornecedores e afiliados. (SUZUKI, 1994)

Ainda segundo Suzuki, inicialmente, as atividades de TPM eram limitadas a departamentos diretamente envolvidos com equipamentos, tais como a produção, porém com o passar do tempo e com os resultados, setores de apoio e administrativos que funcionavam basicamente como suporte ao TPM, começaram a utilizar a técnica para aumentar a eficácia das próprias atividades.

Para Chung (2012) a grave situação econômica do Japão pós-guerra, impulsionou a adoção do TPM na busca da integração plena do homem-máquina-empresa com objetivo de prevenir todo tipo de perda (assegurando zero acidente, zero defeito e zero falha).

Para Ribeiro (2014), o TPM possui as seguintes características:

- Um sistema que engloba todo o ciclo de vida útil da máquina e do equipamento.
- Um sistema onde participam a Engenharia, a Produção (incluindo logística) e a Manutenção.
- Um sistema que reúne a participação de todos os níveis hierárquicos da empresa.
- Processo motivacional na forma de trabalho da Equipe.

2.6 O MERCADO DA INDÚSTRIA DE BISCOITOS

Biscoitos não são apenas um lanche, eles representam uma indústria, uma das principais do Brasil e do mundo, segundo a Abimapi (Associação Brasileira de Biscoitos, Massas e Pães e Bolos Industrializados). De acordo com levantamento realizado pela consultoria Nielsen, a indústria de biscoitos atingiu 20 bilhões de reais em faturamento e 1,5 milhão de toneladas do produto em 2020. Esses números representam um aumento de 6% na receita e de 2% no volume em relação aos dados no ano anterior. (EXAME, 2021)

Mesmo com a instabilidade econômica provocada pela pandemia global do corona vírus, as grandes empresas brasileiras bateram recorde de vendas em 2021, com crescimento no faturamento acima dos 50% quando comparadas ao ano de 2020 para o segmento de biscoitos recheados e cobertos. Isso se deve ao aumento do consumo do produto no mercado interno brasileiro e nas exportações impulsionadas pela valorização do dólar frente ao real. (S/A VAREJO, 2021)

Porém, as projeções para o ano de 2022 não são muito animadoras devido ao aumento de preço no seu principal insumo, o trigo. Segundo a Abimapi, a disparada de preços está sendo impulsionada pelo conflito da Rússia na Ucrânia, um dos maiores produtores mundiais da matéria-prima. (ABIMAPI, 2022)

Neste contexto, se torna primordial que as indústrias busquem alternativas para reduzir seus custos, diminuir suas perdas e melhorar a eficiência de suas plantas fabris a fim de se manterem em crescimento e com bons níveis de lucratividade.

3 METODOLOGIA

Esta monografia tem como propósito analisar através de um estudo de caso, os resultados e impactos da metodologia TPM aplicados em uma linha de produção de biscoitos de uma indústria de alimentos localizada no Eusébio-CE. O ponto focal desta aplicação tem como objetivo a redução do número de paradas de manutenção na linha de produção, e por consequência o incremento na eficiência operacional através do indicador chave OEE.

3.1 MÉTODO

O método escolhido para a análise do estudo de caso é fundamentalmente baseado em critérios qualitativos e quantitativos. A pesquisa pode ser classificada como de natureza descritiva e aplicada, já que seus objetivos e resultados serão implementados na prática, sugerindo soluções e gerando conhecimento sobre o problema apresentado. Os conceitos apresentados na pesquisa bibliográfica sobre o tema escolhido, tem como principais fontes, livros, artigos, teses e notícias de autores que são referências no assunto.

3.2 AMOSTRA

A empresa é uma companhia de alimentos que fabrica, comercializa e distribui biscoitos, massas, bolos, lanches, farinha de trigo, margarinas e gorduras vegetais em todo o Brasil, com sede na cidade de Eusébio, Ceará.

Possui mais de 65 anos de história, iniciando suas atividades como uma pequena padaria e que hoje se transformou em uma empresa líder nacional nos mercados de massas e biscoitos, contando com inúmeras marcas e mais de 16.000 colaboradores distribuídos em 14 indústrias e diversos centros de distribuição e logística em todo o Brasil.

Seus parques fabris operam através de um modelo vertical que permite a produção de seus principais insumos, e obedecem aos mais rigorosos padrões de qualidade na sua fabricação. Sua cartela de clientes é bastante diversificada, atendendo desde grandes redes de supermercados até pequenos comércios locais.

A produção acontece 24 horas por dia, durante toda a semana, com exceção de algumas linhas de produção. A empresa utiliza o TPM como metodologia de gestão desde 2014 e já possui mais de 90 linhas/processos com o método implementado.

3.3 COLETA DOS DADOS

A coleta de dados e informações ocorreu através da consulta de planilhas e sistemas de controle da linha de produção de biscoitos da empresa, que contemplam todas as variáveis do processo, dentre elas as quantidades produzidas de biscoito, eficiência operacional, perdas de qualidade e paradas operacionais.

Também foi usado como fonte de consulta o documento chamado de “Roteiro de time de melhoria - Paradas de manutenção”, elaborado pela indústria com base no TPM, com objetivo de conduzir o planejamento e as ações dos colaboradores participantes.

3.4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso é baseado em um time de melhoria, formado por uma equipe multidisciplinar (Quadro 1), com colaboradores membros dos Pilares técnicos do TPM, produção e manutenção, com foco na melhoria da performance da linha de produção de biscoitos. A equipe é composta da seguinte forma:

Quadro 1 - Formação do time de melhoria - Linha 10.

Função	Cargo	Área
Líder	Coordenador de Manutenção	Manutenção
Membro	Supervisor de Produção	Produção
Membro	Supervisor de Produção	Produção
Membro	Mecânico	Manutenção
Tutor	Analista Industrial	Gestão Operacional
Apoio	Estagiário	Manutenção

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O projeto teve duração de 4 meses, de setembro à dezembro de 2020, e os resultados foram acompanhados até março de 2021. A ferramenta utilizada no apoio ao time foi o “Roteiro de time de melhoria” criado pela gestão da empresa e que se assemelha ao método PDCA.

Os critérios para esta escolha foram a familiaridade dos participantes com o método, o estímulo ao trabalho em equipe, eficácia desta ferramenta comprovada por times anteriores e otimização do roteiro de ações baseados no TPM.

As etapas implementadas no estudo de caso estão relacionadas no quadro 2, a seguir:

Quadro 2 - Etapas de estudo de caso.

Etapa	Definição	Objetivo
1	O processo produtivo da linha de biscoitos	Explicar e detalhar as áreas e o funcionamento do processo de produção da linha estudada.
2	Definição do indicador chave	Estabelecer com base nos controles de produção da empresa o indicador que mais impacta negativamente na eficiência da linha 10.
3	Identificação das áreas críticas	Estratificar o indicador chave, para determinar as áreas que serão priorizadas pelo time de melhoria.
4	Realização de limpeza geral e colocação de etiquetas de serviço	Executar ações de limpeza nos equipamentos das áreas críticas a fim de mapear falhas ou anomalias nos componentes.
5	Resolução das etiquetas.	Gerenciar a resolução das falhas e anomalias dos equipamentos através de ações corretivas para restauração das condições básicas da linha.
6	Atacar as quebras esporádicas	Realizar um mapeamento das causas das quebras através das ferramentas RCA e FMEA para evitar a repetição falha.
7	Elaboração dos padrões	Criar ou revisar os padrões de limpeza, inspeção e lubrificação para manutenção dos resultados e aumento da confiabilidade das máquinas.

8	Treinamento dos colaboradores	Programar e executar o treinamento das pessoas que trabalham na linha sobre as melhorias e modificações nos padrões.
9	Verificação dos Resultados	Comparar os indicadores antes e depois do projeto, evidenciando os ganhos e melhorias no processo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

As etapas do estudo de caso serão detalhadas na seção a seguir - Resultados e Discussão deste trabalho.

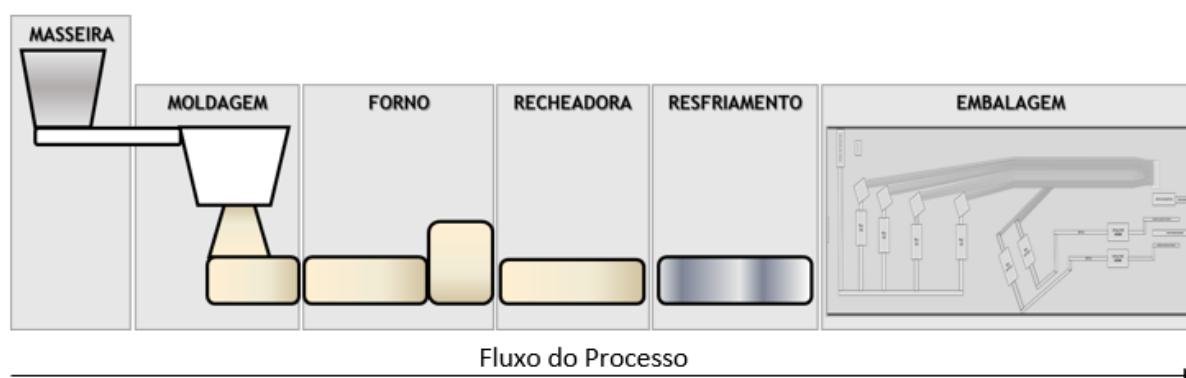
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O PROCESSO PRODUTIVO

A linha de produção de biscoitos apresentada neste trabalho é a linha 10 responsável pela fabricação de biscoitos recheados. Conta com 60 colaboradores divididos entre supervisores de produção, operadores de máquinas e auxiliares nos três turnos, responsáveis por conduzir e operacionalizar o sistema de produção.

O processo produtivo é realizado com base em especificações técnicas, padrões estabelecidos pela empresa e requisitos legais aplicáveis ao produto. A produção de biscoitos é realizada por meio de equipamentos automáticos e semiautomáticos como balanças, masseiras, máquinas laminadoras, forno de cozimento, recheadoras, câmara de resfriamento e máquinas embaladoras, seguindo esquema apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Representação das áreas da Linha 10 de Biscoitos.



Fonte: Acervo da Empresa. (2022)

O processo tem início na seção da Maseira (Figura 3), onde são produzidas a massa e o creme de recheio para os biscoitos. Os ingredientes são pesados e separados de acordo com a sua receita padrão. Em seguida são misturados pelo Mixer, equipamento com pás giratórias que deixa a composição homogênea e com a textura adequada. Após esse processo, a massa segue por uma tubulação para a seção de moldagem e o recheio é colocado em tanques que abastecem a seção da recheadora.

Figura 3 - Área da Maseira da linha 10 de Biscoitos.



Fonte: Elaborado pelo autor. (2022)

Como dito anteriormente, a massa segue para a seção de Moldagem (Figura 4), e lá passa pelo rolo modelador, equipamento que tem a função de modelar a massa com o formato e o desenho do biscoito a ser produzido.

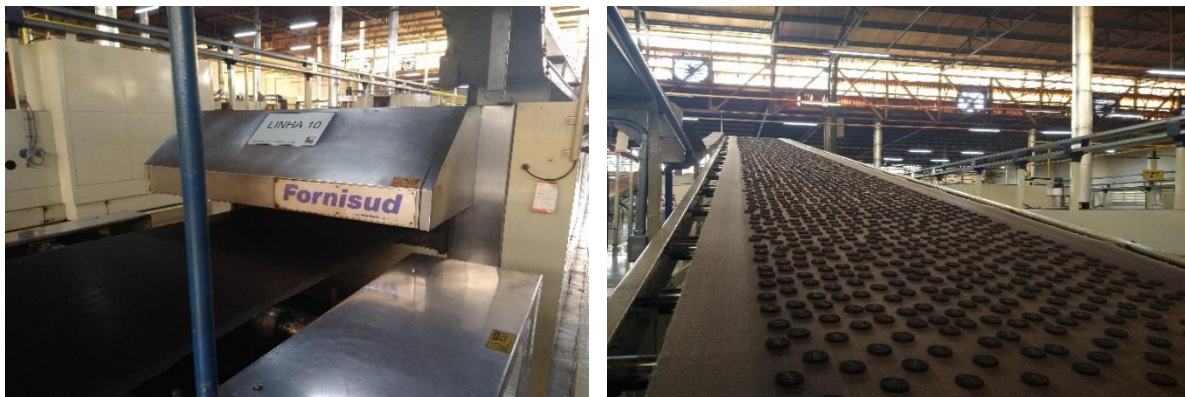
Figura 4 - Área da moldagem da linha 10 de Biscoitos.



Fonte: Elaborado pelo autor. (2022)

Depois de modelada, a massa ainda crua segue através de esteiras para o setor do Forno (Figura 5), onde será cozida, seguindo os parâmetros de temperatura e tempo também padronizados pela receita industrial.

Figura 5 - Área do forno da linha 10 de Biscoitos.



Fonte: Elaborado pelo autor. (2022)

Após sair do forno, o que antes era massa passa a ser chamado de casquinha ou base, e através de esteiras segue para a área da Recheadora (Figura 6) onde receberá o recheio ainda aquecido através da bomba recheadora, equipamento que injeta a quantidade ideal de creme juntando duas casquinhas para formar um biscoito recheado.

Figura 6 - Área da recheadora da linha 10 de Biscoitos.



Fonte: Elaborado pelo autor. (2022)

Em seguida o biscoito já recheado é conduzido para a seção de Resfriamento (Figura 7), onde terá sua temperatura reduzida por túneis de resfriamento. Os túneis são equipamentos de ar refrigerado que tem como função, cristalizar o recheio e

acelerar o processo de resfriamento do biscoito para que este possa ser embalado mais rapidamente.

Figura 7 - Área do resfriamento da linha 10 de Biscoitos.

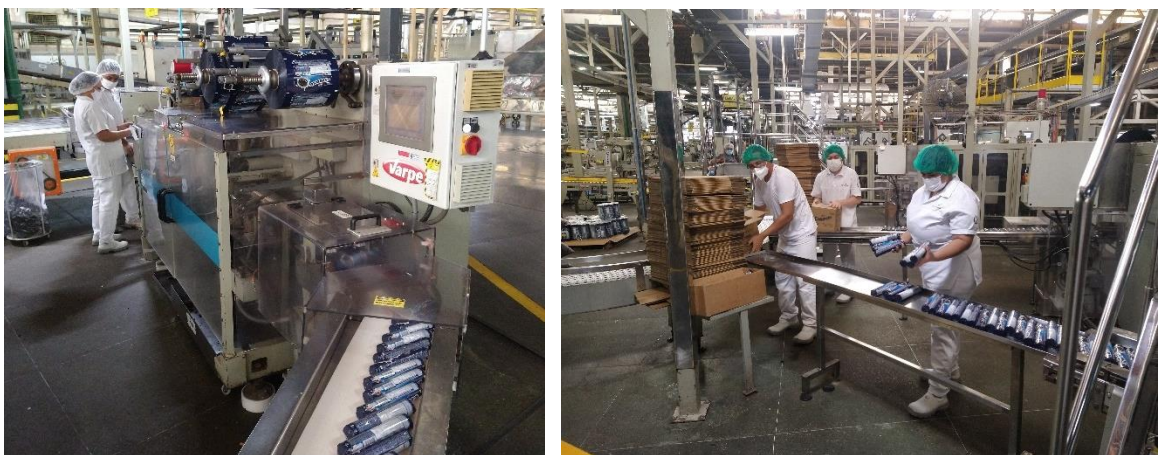


Fonte: Elaborado pelo autor. (2022)

Finalmente, os biscoitos chegam na área de Embalagem (Figura 8) onde serão agrupados e embalados nas máquinas embaladoras. São máquinas automáticas que além de formar os pacotes, também imprimem nos rótulos todas informações do lote de produção (data de fabricação, validade, etc).

Depois os pacotes são agrupados manualmente em caixas, que formarão pallets e serão enviados ao estoque de produtos acabados, concluindo o processo da linha de produção.

Figura 8 - Área da embalagem da linha 10 de Biscoitos.

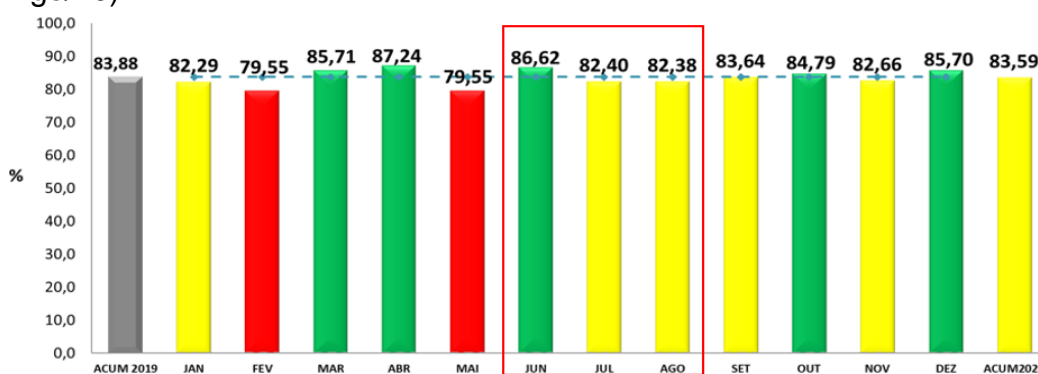


Fonte: Elaborado pelo autor. (2022)

4.2 DEFINIÇÃO DO INDICADOR-CHAVE

Para esta etapa, foi realizado um levantamento de dados consultando a planilha indicadores da Indústria, considerando o período de 3 meses anteriores ao início do projeto que ocorreu em setembro/2020, como o objetivo de detectar o principal ofensor a eficiência operacional da linha 10 de biscoitos, sendo este o foco do time de melhoria. O gráfico 1, mostra o acompanhamento mensal do indicador de eficiência operacional (OEE) da linha no ano de 2020.

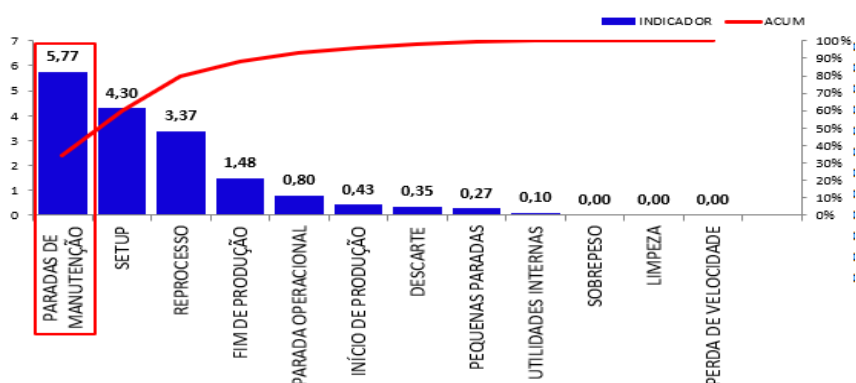
Gráfico 1 - Resultado Mensal de Eficiência Operacional - OEE - Linha 10(Jun à Ago/20).



Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2020.

Nota-se que durante o ano de 2020 o OEE esteve quase sempre abaixo da meta estipulada pela empresa que era de 83,65%, indicando que a linha 10 estava com sua capacidade produtiva comprometida, inclusive no intervalo analisado de junho à agosto/20. O gráfico 2 a seguir fornece dados sobre o impacto percentual de cada perda na eficiência da linha de produção, apontando os principais causadores da perda de rendimento.

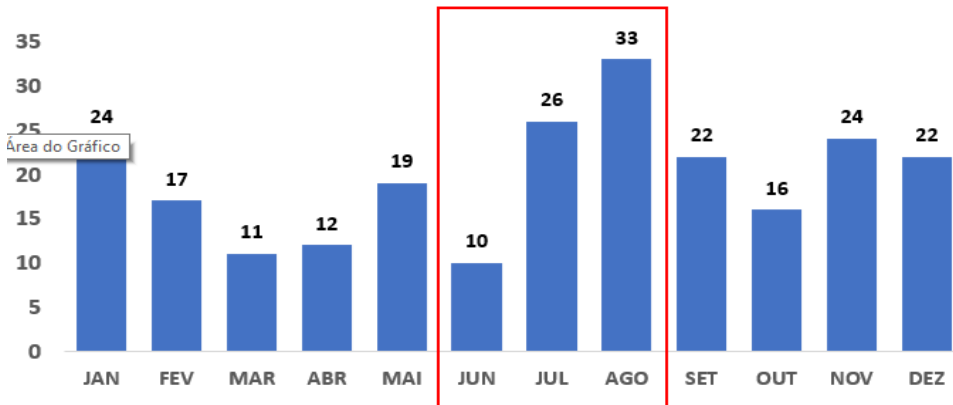
Gráfico 2 - Diagrama de Pareto das Perdas - Linha 10(Jun à Ago/20).



Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2020.

Ao observar o Diagrama de Pareto acima, é possível identificar que a principal perda que afetava a eficiência operacional da linha estava associada às paradas de manutenção, com média de 5,77%, diminuindo a disponibilidade e por consequência a produtividade da Linha 10. Além disso, como subindicador pode-se verificar que o número total de paradas também se encontra elevado, média de 23 ocorrências mensais, conforme gráfico 3 abaixo:

Gráfico 3 - Nº total de paradas de manutenção (Jun à Ago/20).

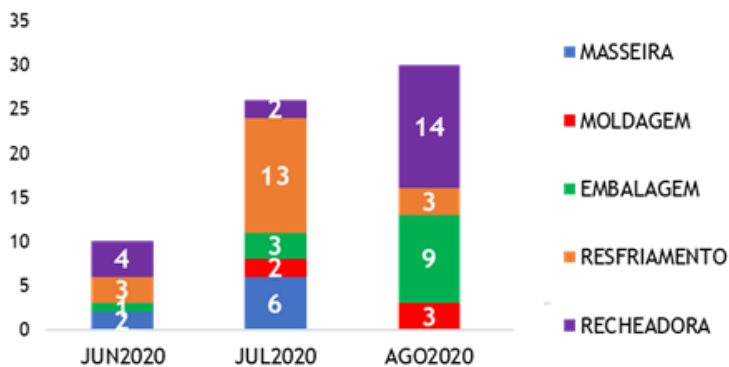


Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2020.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS CRÍTICAS

Após a definição do indicador parada de manutenção como foco do time, foi necessário segmentar número total de paradas por seção (Gráfico 4), para detectar quais áreas tinham mais ocorrências de interrupções.

Gráfico 4 - Nº de paradas por seção



Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2020.

Com base nestes dados, o time de melhoria definiu as seções da Recheadora com um total de 20 paradas, e do Resfriamento com 19 paradas como as áreas críticas pois foram as seções com as maiores quantidades de interrupções na produção. Depois de definir as áreas críticas foram levantadas as médias de paradas para estabelecer uma meta de redução para o time.

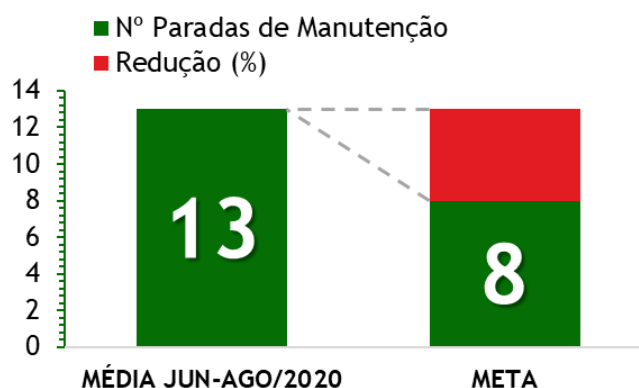
Tabela 1 – Média de paradas nas áreas críticas.

Nº de paradas de manutenção				
Seção	JUN	JUL	AGO	MÉDIA
Recheadora	4	2	14	7
Resfriamento	3	13	3	6
TOTAL	7	15	17	13

Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2020.

Durante os três meses analisados, as áreas críticas apresentaram média de 13 paradas de manutenção, sendo definido que o objetivo do trabalho era diminuir este número para no máximo 8 paradas, que resultaria em uma redução de aproximadamente 40% deste indicador (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Meta estabelecida pelo time de melhoria.



Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2020.

4.4 LIMPEZA INICIAL E COLOCAÇÃO DE ETIQUETAS DE SERVIÇO

Após a identificação das áreas críticas e da meta do time, deu-se início a etapa de Limpeza Inicial e Etiketagem. O objetivo desta limpeza é facilitar a detecção

de possíveis anomalias, para que em seguida sejam abertas etiquetas de serviço para restauração das condições básicas dos equipamentos que compõe a linha. No dia escolhido todos os colaboradores foram alocados para esta atividade e se dedicaram a limpeza, inspeção e colocação das etiquetas de serviço nas áreas do Resfriamento e da Recheadora.

As etiquetas (Figura 9) são formulários que apontam a anomalia detectada, sendo aplicadas diretamente sobre a parte defeituosa. São criadas duas vias, a primeira é instalada no ponto mais próximo da anomalia encontrada, quando a instalação não é viável, ela é fixada no quadro de atividades da linha para visualização e supervisão dos operadores. A segunda via é colada em um caderno específico, que também possui outro espaço ao lado para colar etiquetas quando o problema for resolvido e a etiqueta estiver encerrada.

Figura 9 - Tipos de Etiqueta utilizados na indústria.

The figure displays three distinct service tags used in an industrial setting. Each tag is a form with a header, a grid for stages, and fields for equipment information, priority, and description.

- OPERAÇÃO (Blue Tag):** Features a blue header and footer. The title is 'OPERAÇÃO' with 'Nº DA ETIQUETA' 0000140. It includes a 7-column stage grid, fields for 'Linha', 'Turno', 'Equipamento', 'Componente', 'Colocada por', and 'RE'. Priority buttons are 'ALTA', 'MÉDIA', and 'BAIXA'. A section asks 'Qual o problema ocorrido ou encontrado (ANOMALIA)?' with a grid for notes. Footer text: '1ª via: Local onde foi encontrada a anomalia', '2ª via: Quadro de atividades da linha', '3ª via: Caderno de controle de etiquetas'.
- ETIQUETA DE ANOMALIAS (Yellow and Black Striped Tag):** Features a yellow and black striped border. The title is 'ETIQUETA DE ANOMALIAS' with 'Nº' field. It includes the same fields as the 'OPERAÇÃO' tag. A 'POTENCIAL DE RISCO' section has checkboxes for 'Alto', 'Médio', and 'Baixo'. A 'Descrição:' field is present. A central graphic shows a cross inside a circle. Footer text is identical to the other tags.
- MANUTENÇÃO (Red Tag):** Features a red header and footer. The title is 'MANUTENÇÃO' with 'Nº DA ETIQUETA' 0000140. It includes the same fields as the other tags. Footer text is identical to the other tags.

Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

Dividem-se em três tipos que se diferenciam pela sua criticidade. Podem ser categorizadas por tipo de problema e prioridade da solução. Exemplos: vazamentos, pontos inacessíveis, folgas, peças faltantes, condições inseguras, problemas elétricos, problemas mecânicos, problemas hidráulicos, problemas pneumáticos, instrumentação de controle etc. A prioridade pode ser dividida em Alta (Muito Urgente), Média (Urgente) e Baixa (Normal). Não há nada que impeça uma etiqueta de mudar sua prioridade à medida que as necessidades de produção mudam ou os problemas pioram.

A etiqueta azul é de responsabilidade da Operação, ou seja, os próprios operadores são capazes de solucionar a anomalia. A vermelha é usada quando o problema exige conhecimento técnico para a sua resolução, e neste caso a área responsável é a Manutenção. Usa-se a etiqueta amarela para designar uma anomalia que influencia diretamente na segurança e na saúde dos operadores, e esta será avaliada pelo setor de segurança do trabalho da empresa.

4.5 RESOLUÇÃO DAS ETIQUETAS

O objetivo deste passo é corrigir as anomalias detectadas e registradas nas etiquetas de serviço da etapa anterior (Figura 10). Desta forma, os equipamentos da linha de produção recuperam a sua condição básica e assim é possível analisar se a atividade de restauro foi eficiente a ponto de eliminar as paradas, ou se em caso negativo, necessitam de uma análise mais aprofundada.

Foi realizado um acompanhamento da retirada destas etiquetas, de modo que fosse possível enxergar a evolução deste passo, possíveis pendências etc. O time registrou por meio de fotos e vídeos as condições dos componentes ou equipamentos, antes e depois da intervenção da manutenção. Todas as melhorias foram posteriormente documentadas no histórico de manutenção da linha de produção.

Figura 10 - Resolução das etiquetas.



Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

Nas áreas críticas houve diversas ações corretivas e de melhoria, dentre elas é possível destacar a adaptação de um novo sistema de alinhamento da lona transportadora (Figura 11) que ocorreu na seção do Resfriamento. Esta melhoria erradicou as paradas que eram ocasionadas pelo deslocamento da lona.

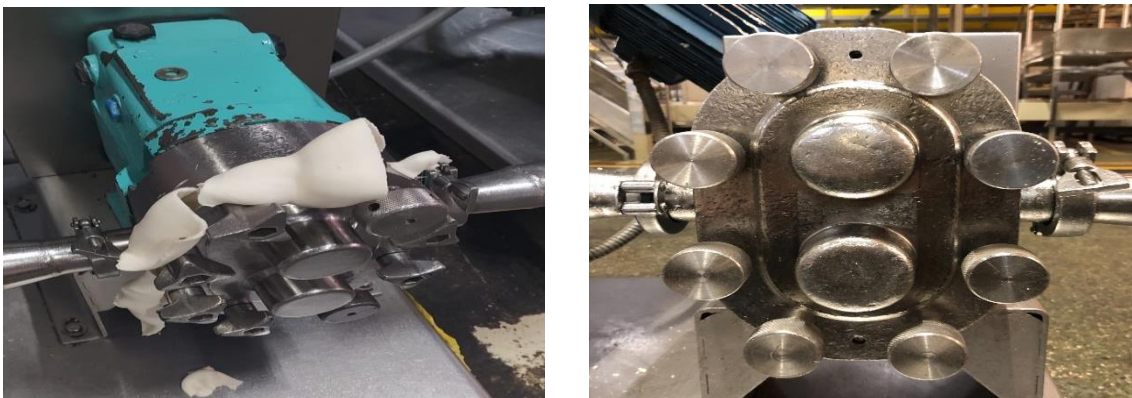
Figura 11 - Antes e depois do sistema de alinhamento da lona no Resfriamento.



Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

Na área crítica da Recheadora, por exemplo, através de uma restauração de condição básica na bomba de recheio (Figura 12), foram erradicadas as paradas deste equipamento que antes apresentava muitos vazamentos e ocasionava muitas paradas de linha.

Figura 12 - Antes e depois da restauração na bomba de recheio.



Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

Para completar o passo do restabelecimento foi verificado a existência de POP (Procedimento Operacional Padrão). Quando os POP's existiam, mas não es-

tavam sendo utilizados como ferramenta para descobrir a causa do problema, eles foram revisados e quando necessário foram corrigidos ou criados.

4.6 ATACAR AS QUEBRAS ESPORÁDICAS - ANÁLISES RCA E FMEA

Mesmo após a resolução das etiquetas, alguns componentes podem continuar apresentando quebras, sendo necessário fazer análises mais detalhadas utilizando ferramentas como a Análise de Causa Raiz (RCA) e a (Análise de modo de falha e Efeito) FMEA. Elas têm o objetivo de identificar as causas dos problemas e definir que medidas serão adotadas para solucioná-las.


A RCA (Anexo 1) tem uma estrutura simples e de fácil entendimento, iniciando com a identificação clara do problema onde é informado o quê, quando, como e onde ocorreu a não conformidade. Em seguida, o time se reúne e são levantadas as possíveis causas e determinado o provável meio causador.

Após isto, é usada uma matriz de priorização, para focar nos motivos mais relevantes, e a partir destes motivos fazer a análise dos 5 porquês para encontrar a causa raiz e sugerir ações para corrigir a falha.

Quando se necessita de um grau mais elevado de estudo, pode ser aplicada a ferramenta FMEA. A base para elaboração desse documento é similar a RCA, porém com maior detalhamento de cada modo de falha, a fim de criar um plano de manutenção estratégico para o componente analisado.

Por exemplo, o quadro 5 apresenta a estrutura da análise FMEA feita na seção do resfriamento no equipamento Transportador Industrial, onde são detalhadas as informações gerais a respeito do componente rolamento do sistema alinhador/tensionador do transportador.

Quadro 5 - Exemplo de FMEA – Informações gerais sobre o componente analisado.

Equipamento/ seção	Sistema/ Subconjunto	Componente	Foto	Função	Falha funcional
TRANSPORTADOR INDUSTRIAL	ALINHADOR/TENSIONADOR DO TRANSPORTADOR	ROLAMENTO		MINIMIZAR FRICÇÃO ENTRE AS PEÇAS MÓVEIS DA MÁQUINA E SUPORTAR UMA CARGA	NÃO TRANSMITE MOVIMENTO E SUPORTAR CARGA

Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

A partir das informações obtidas inicialmente, é realizada a análise de falha da peça (Quadro 6), definindo o modo de falha, causa, efeito e nível de gravidade que o defeito neste componente impacta no equipamento. No caso do rolamento foram detectados dois modos de falha, desgastado ou travado, que tem como causa montagem errada ou falha de lubrificação e que resultam em efeitos como aumento da vibração, temperatura e corrente elétrica do motor.

Quadro 6 – Exemplo de FMEA – Análise da Falha do componente.

Modo de falha	Causa da falha	Efeito da falha	P	Q	S	D	F	Nível de gravidade
DESGASTADO; TRAVADO	FALHA LUBRIFICAÇÃO; MONTAGEM ERRADA	AUMENTO NA VIBRAÇÃO; AUMENTO DE TEMPERATURA; AUMENTO DA CORRENTE NO MOTOR	1	1	0	1	0	0

Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

A avaliação de gravidade é a forma como podemos medir o efeito de um modo de falha apoiando a priorização de ações para minimizar estes efeitos. A avaliação é feita de acordo com o impacto na Produção (P), Qualidade (Q), Segurança (S), Detecção(D) e Frequência (F). Com estes índices, foi aplicado a seguinte equação para obtenção do nível de gravidade:

$$\text{Gravidade} = (P+Q+S+D) \times F$$

No exemplo mostrado no quadro 6, o time considerou que para o componente rolamento e para os modos de falha listados o nível de gravidade é 0, ou seja, esta peça não tem alta prioridade de ação.

Finalizando o relatório deste componente, é definida a estratégia de ação para evitar a falha (Quadro 7), com a descrição do que deve ser feito, o responsável pela execução, período e rotina a ser cumprida.

Quadro 7- Exemplo de FMEA – Estratégia de Ação.

Estratégia de ação para o FMEA					
Ação corretiva/ preventiva	MBT (Manutenção baseada no tempo)	MBC (Manutenção baseada na condição)	Responsável	Rotina	Código do documento
LUBRIFICAR ROLAMENTOS COM PERIODICIDADE DEFINIDA	X		MANUTENÇÃO	PLANO DE LUBRIFICAÇÃO	-

Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

O resultado desse método geralmente está associado a criação ou revisão de um plano de rotina, seja ela corretiva ou preventiva, baseada no tempo ou na condição do equipamento.

Neste projeto foram realizadas treze análises RCA e duas análises FMEA , a primeira na área do Resfriamento no equipamento Transportador Industrial (Anexo 2) e a segunda na área da Recheadora na Bomba de Tacho, ambos equipamentos críticos para o funcionamento de suas respectivas seções.

4.7 ELABORAÇÃO DOS PADRÕES

A etapa de elaboração dos padrões é fundamental para manutenção dos resultados das melhorias e correções que foram implementadas durante o projeto. São documentos que detalham todas as atividades que precisam ser realizadas periodicamente tanto pela equipe de produção quanto manutenção.

Estes padrões devem ser feitos de forma que consigam garantir que a execução das atividades seja feita de forma segura pelos colaboradores, e que mantenha o nível de qualidade. Além disso, eles contribuem na otimização do tempo de execução da atividade, servem como documento de transmissão para novos funcionários e garantem a confiabilidade do equipamento.

No plano padrão de limpeza, são relacionadas todas as atividades referentes a higienização da linha produtiva, desde a relação de materiais a serem utilizados até a frequência de limpeza e responsáveis pelas ações.

No plano de inspeção estão aquelas atribuições relativas a análise da condição dos equipamentos, através dos 5 sentidos dos operadores ou por controles vi-

suais que facilitam a detecção de anomalias antes que aconteçam desvios no processo.

Conforme apresentado no anexo 3, o plano de lubrificação além de relacionar as atividades desta rotina, este documento também indica os tipos corretos de lubrificante para cada área, a fim de diminuir o atrito e por consequência o desgaste prematuro das peças.

Como resultado deste passo, o time de melhoria apresentou revisão de:

- 112 pontos no Plano de limpeza
- 547 pontos no Padrão de Inspeção
- 121 Pontos no Padrão de Lubrificação

Além disso, também foi revisado o plano de Manutenção Preventiva da linha 10, adicionando os pontos e melhorias que foram trabalhados pelo time, para que as falhas não voltem a ocorrer.

4.8 TREINAMENTO DOS COLABORADORES

Após o fim da etapa de revisão dos planos padrões, o passo seguinte é realizar o treinamento das equipes de produção e manutenção (Figura 13) para transmitir de forma clara e objetiva as mudanças realizadas. O time de melhoria elabora um cronograma com a lista de colaboradores de cada turno da linha de produção.

Figura 13 - Treinamento dos colaboradores da linha 10.



Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

Além do treinamento em sala de aula, foram criadas as LPP's (Lição Ponto a Ponto), ferramentas visuais de fácil entendimento que tem como objetivo transmitir conhecimento sobre uma operação ou equipamento.

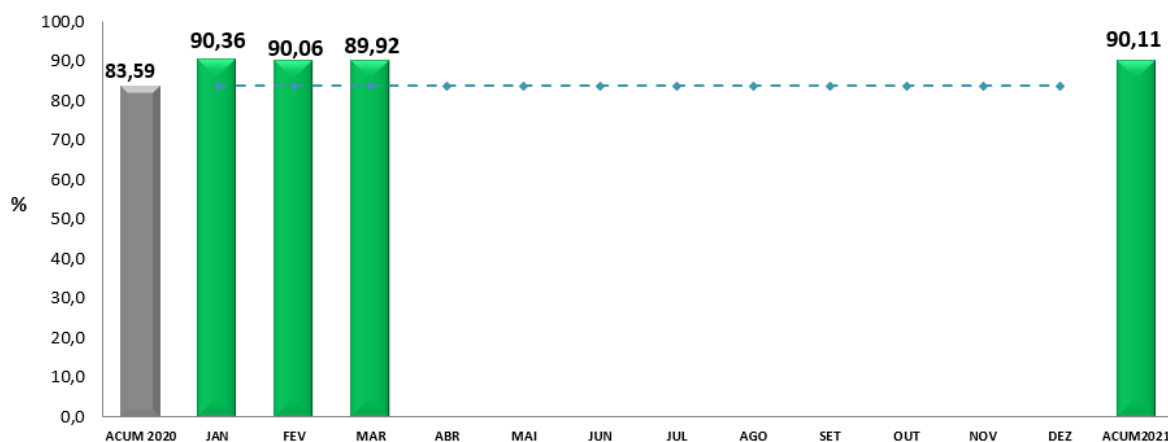
Essa atividade também agrega valor no sentido de repassar conhecimento técnico sobre os equipamentos da linha, contribuindo com o objetivo do pilar de Gestão Autônoma que consiste em desenvolver as pessoas para que sejam operadores mantenedores, visando a quebra zero, defeito zero e acidente zero.

Neste projeto, ao todo foram treinadas 90 pessoas nos novos procedimentos e criadas 25 LPP's, além do treinamento sobre a ferramenta FMEA.

Para finalizar o projeto do time de melhoria, o último passo é a verificação dos resultados usando como parâmetro as mesmas referências que foram usadas para definição do indicador chave. O período consultado foi de janeiro a março de 2021, após o término das ações do projeto que ocorreu em dezembro de 2020.

Ao analisar o gráfico de acompanhamento de eficiência operacional – OEE (Gráfico 6), foi verificado que houve um incremento considerável após as atividades do time de melhoria, saltando do acumulado de 83,59% no ano de 2020, para um acumulado de 90,11% nos três primeiros meses de 2021, resultando em um aumento de 6,51% na eficiência global da linha 10.

Gráfico 6 - Resultado Mensal de Eficiência Operacional - OEE - Linha 10 (Jan à Mar/21).

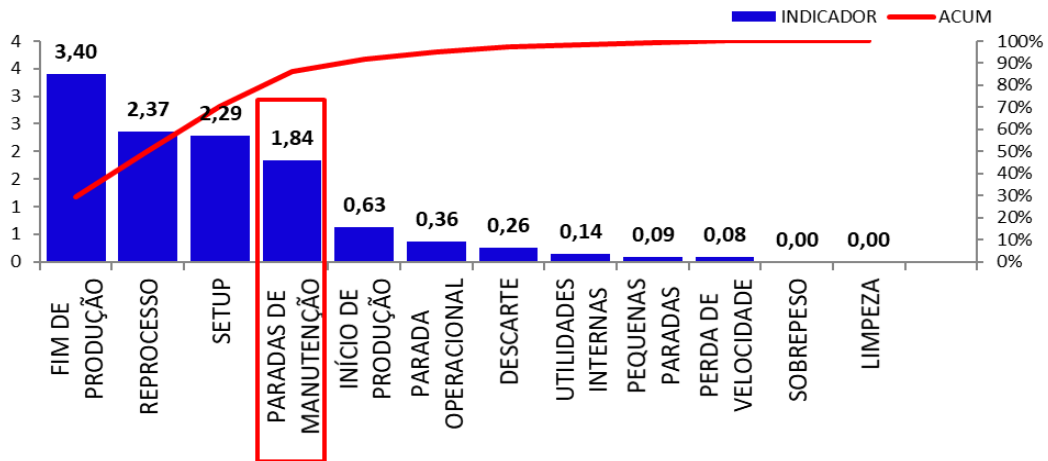


Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2021.

Em relação as perdas da linha, ao observar o Diagrama de Pareto abaixo (Gráfico 7), que revela que o indicador de parada de manutenção que antes era o maior ofensor a eficiência da linha 10, diminuiu de 5,77% para apenas 1,84% caindo

para a quarta maior perda da linha. Isso constata que o trabalho feito pelo time de melhoria surtiu o efeito desejado e aumentou a disponibilidade dos equipamentos da linha para a produção.

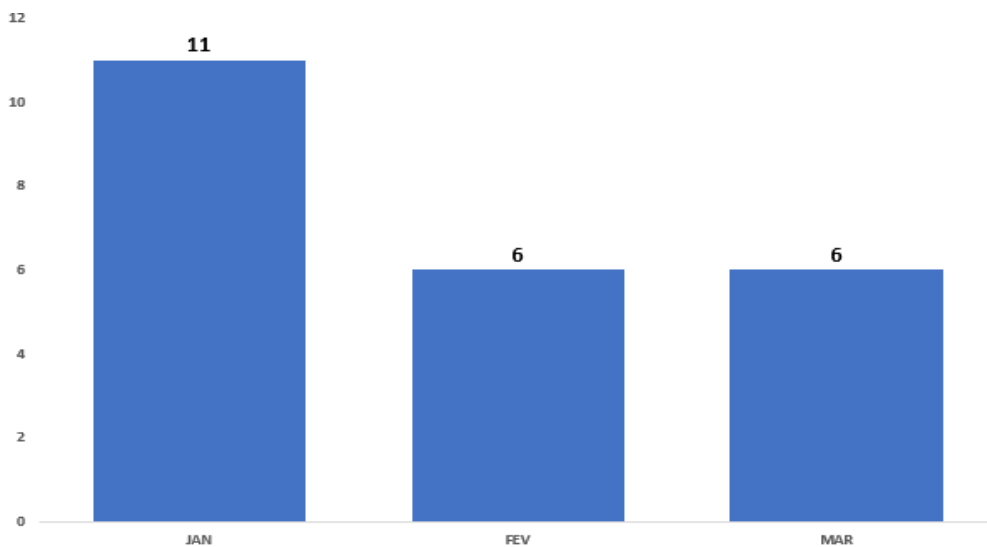
Gráfico 7 - Diagrama de Pareto das Perdas - Linha 10 (Jan à Mar/21).



Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2021.

E para finalizar a comparação dos indicadores antes e depois no time de melhoria, tem-se o gráfico 8 com o número total de paradas na linha 10, evidenciando mais uma vez, que houve uma grande redução no número de interrupções, caindo de uma média de 23 ocorrências para apenas 8 nos primeiros meses de 2021.

Gráfico 8 - Nº total de paradas de manutenção – linha 10. (Jan à Mar/21).



Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2021.

Na tabela 2, tem-se o resultado estratificado do número de paradas nas áreas críticas do Resfriamento e da Recheadora após o encerramento do projeto.

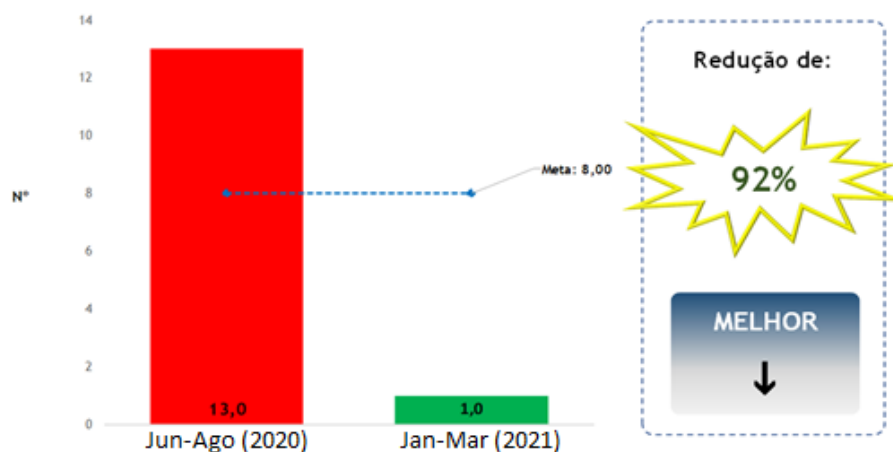
Tabela 2 – N° de paradas de manutenção nas Áreas Críticas.

N° de paradas de manutenção				
Seção	JAN	FEV	MAR	MÉDIA
Recheadora	0	0	1	0
Resfriamento	1	0	1	1
TOTAL	1	0	2	1

Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2021.

O gráfico 9 compara o resultado com a meta estabelecida inicialmente que consistia em uma redução de 40% no número de paradas de manutenção, diminuindo a média de 13 para 8. Ele constata a eficácia das ações do time em relação a perda tratada, gerando uma redução bem elevada, caindo da média de 13 para apenas 1 interrupção por mês, o que representa uma redução de 92 % deste indicador, superando a meta estabelecida.

Gráfico 9 - Redução percentual do nº de paradas.



Fonte: Planilha de Indicadores da Indústria, 2021.

Com estes resultados, comprova-se que o time de melhoria alcançou seu objetivo, reduzindo drasticamente o número de paradas de manutenção da linha 10, que resultou em uma maior disponibilidade dos equipamentos, diminuindo as perdas associadas a este fator e melhorando a performance da linha evidenciada pelo indicador de eficiência operacional - OEE da linha.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho alcançou o objetivo geral, que consiste em apresentar através de um estudo de caso a aplicação da metodologia TPM em uma linha de produção de biscoitos, com foco na redução de perdas originadas de paradas de manutenção.

Considerando que toda a metodologia aplicada no estudo de caso foi descrita no decorrer do trabalho, os resultados podem ser considerados bastante relevantes, visto que os ganhos obtidos na linha de biscoitos através da aplicação do TPM evidenciaram a efetividade desta ferramenta para reduzir perdas e melhorar a performance operacional da produção da linha mostrada.

Em relação aos objetivos específicos definidos anteriormente também foram alcançados, uma vez que foram apresentados de forma clara e objetiva os conceitos sobre manutenção e TPM, desde o histórico até suas características específicas, norteando o leitor acerca do tema que é base deste trabalho. O estudo de caso apresentado se tornou um diferencial, pois demonstra os resultados que a prática da metodologia proposta pelo TPM tem, quando é aplicada como ferramenta de gestão em uma indústria de biscoitos.

Comparando-se a eficiência operacional da linha de produção estudada antes e depois do projeto, que tinha média 83,65% no período de junho à agosto de 2020 para 90,11% no intervalo de janeiro à março de 2021, evidenciando o ganho obtido pelo time de melhoria com um crescimento de 6,51% de performance após as atividades realizadas.

O objetivo de redução do indicador de parada de manutenção, que antes era o maior ofensor ao desempenho operacional da linha de biscoitos também foi alcançado. No início do projeto esse índice era de 5,77% e foi reduzido para 1,84% após o trabalho da equipe, deixando de ser gargalo da eficiência e abrindo margem para atacar as outras perdas que impactam os processos da linha.

Constatou-se também uma redução de aproximadamente 65% na média do número de paradas de máquina que antes era de 23 intervenções no início do projeto e passou a ser de 8 intervenções em média após o término do trabalho. Nas áreas críticas da linha, o desempenho foi bem expressivo, caindo de 13 para apenas 1 parada no período checado, resultando em uma redução de 92% deste indicador, acima da meta de 40% estabelecida pelo time no início das atividades.

Com a realização deste trabalho, foi possível concluir que a metodologia TPM fazendo uso de algumas ferramentas de análise como RCA e FMEA, quando aplicadas corretamente proporcionam ganhos significativos para a indústria, principalmente quando estão relacionados a perdas ocasionadas por paradas de manutenção.

Além disso, a aplicação apresentada no estudo de caso ilustra o conceito dos autores que fundamentaram o tema do trabalho acerca do TPM, onde percebe-se a visível transformação no ambiente de trabalho, o aumento do nível de conhecimento e habilidades dos empregados da produção e manutenção, bem como a redução dos desvios de qualidade, defeitos e quebras no processo produtivo.

O trabalho também proporciona maiores conhecimentos sobre o assunto estudado, contribuindo para a disseminação da metodologia TPM como mecanismo de gestão em indústrias de processos.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - Norma NBR 5462. Confiabilidade e Manutenibilidade. 2020.

CHUNG, Paulo. Estudo de Caso de Implantação da Manutenção Produtiva Total Na Linha de Biscoitos Recheados da Vitarella. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

Com Guerra e disparada do trigo, Abimapi prevê aumento de preços. ABIMAPI, 2022. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/noticias-detalle.php?i=NDg5MA==>>. Acesso em: 17, de maio de 2022.

Dia do Biscoito: categoria alcança US\$ 100 milhões com exportações. Exame, 2021. Disponível em: <<https://exame.com/bussola/dia-do-biscoito-categoria-alcanca-us-100-milhoes-com-exportacoes/>>. Acesso em: 17, de maio de 2022.

MOUBRAY, John; RCM II - Manutenção centrada em Confiabilidade. 2ª Edição. Versão Brasileira, 1997.

RIBEIRO, Haroldo. Manutenção Produtiva Total - A Bíblia do TPM. 1 ed. São Paulo: Editora Viena, 2014.

SIQUEIRA, Iony. Manutenção centrada na confiabilidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart.; JOHNSTON, Robert.. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2009.

SUZUKI, Tokutaro. TPM em Indústria de Processos. New York: Productivity Press, 1994.

TELES, Jhonata. Bíblia do RCM. Brasília. Volume 1: Editora: Engeteles, 2019.

VIANA, Herbert. Manual de Gestão da Manutenção. Brasília. Volume 1: Editora: Engeteles, 2020.

VIANA, Herbert. Planejamento e Controle da Manutenção. Rio de Janeiro. Volume 1: Editora: Qualitymark, 2002.








ANEXOS

Anexo 1 – Modelo de formulário para Análise RCA.

RCA		FORMULÁRIO RELATÓRIO DE ANÁLISE DE CAUSA RAIZ - RCA					SGI.FO.002-R04			
Emissor: DLEIVO PINHEIRO		Data: 17/06/2020	Unidade: FF	RAC N°: 184 / 20 Descrição: N° 300	Área: BICORTO	Responsável pela tratativa: SAMUEL SARAYVA				
PASSO 1:										
Tipo: <input type="checkbox"/> Correção <input type="checkbox"/> Prevenção Classificação: <input type="checkbox"/> Segurança de alimentos <input type="checkbox"/> Qualidade <input type="checkbox"/> Segurança do trabalho <input type="checkbox"/> Meio ambiente Pilar/Time TPM: <input type="checkbox"/> O&T Time <input type="checkbox"/> E&T Time <input type="checkbox"/> M&P Time <input type="checkbox"/> M&E Time <input type="checkbox"/> M&Q Time <input type="checkbox"/> Não de aplicação			Origem: <input type="checkbox"/> Auditoria Interna <input type="checkbox"/> Fonte de suprimento <input type="checkbox"/> Local de difícil acesso <input type="checkbox"/> Inicialização <input type="checkbox"/> Reclamação de Mercado <input type="checkbox"/> Situação de emergência <input type="checkbox"/> Auditoria Interna <input type="checkbox"/> Oportunidade no Processo <input type="checkbox"/> Tipo de sujeira <input type="checkbox"/> SST (PRAC - Nº)			RAC: <input type="checkbox"/> Devia de linha crítica de PCC no não atendimento do critério de tomada de ação de PPSO / RNC Nº <input type="checkbox"/> Quebra <input type="checkbox"/> Outros: RNC Nº _____ Outros - NCA Nº _____			Outros: Linha: LB10 Dt. Ocorrência: 08/06/2020 Conjunto: RECHADORA Hora Quebra: 09:30:00 Sub-conjuntos: SENSOR Hora Intervenção: 09:45:00 Componentes: SENSOR Hora Start up: 11:50:00	
Descrever não conformidade - Caso tenha algum custo envolvido citar neste campo EQUIPAMENTO DE CRITICIDADE A ATINGIR O GATILHO.					O que aconteceu antes?					
Onde a não conformidade foi identificada? Parte da máquina / Processo / Área - Descrever a evidência objetiva - Descrever requisito normativo ou legal (se houver) NORMAS ISO 9001 REQUISITO 8.5.1 FOR EVIDENCIADO QUE O IMÁ DO SENSOR DE SEGURANÇA DA PORTA DA RECHADORA 01 DANIFICADO, IMPEDINDO A MÁQUINA DE LIGAR NO MODO AUTOMÁTICO.					Descrição das ações tomadas para restabelecimento das condições. Ação de correção. MEL RAIL 05:8416191 - O IMÁ DO SENSOR DE SEGURANÇA DA PORTA DA RECHADORA 01 DANIFICADO, IMPEDINDO A MÁQUINA DE LIGAR NO MODO AUTOMÁTICO.					
PASSO 2: Equipe de análise		RAUL SALES		MARCOS FLORENCIO						
PASSO 3: Brainstorming (Tempestade de ideias). Caso haja mais de 05 causas é obrigatório fazer o passo 4.					PASSO 4: Matriz de Priorização 9/3/1					
Causas reais ou potenciais		Quantidade de Causas						Participantes		
FALHA NA LINHA DE COMANDO PRINCIPAL.		6M: <input type="checkbox"/> Método <input type="checkbox"/> Matéria-prima <input type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/> Meio-ambiente <input type="checkbox"/> Mão-de-obra Total de notas "9" possíveis: 20% 0,2 Total de notas "3" possíveis: 30% 0,3 Total de notas "1" possíveis: 50% 0,5						TOTAL GERAL		
Falhas na linha de comando principal		Possíveis causas identificadas no brainstorming								
PASSO 5: Análise dos 5 Porquês Para a resposta do "Por quê" marcar: (F) Fato ou (B) Boato										
Causa	1º Por quê?	2º Por quê?	3º Por quê?	4º Por quê?	5º Por quê?	6 M	Ação Corretiva (preencher somente se tiver sido iniciado tipo de ação "Corretiva" no passo 7)	Ação Preventiva (preencher somente se tiver sido iniciado tipo de ação "Preventiva" no passo 7)		
FALHA NA LINHA DE COMANDO PRINCIPAL.	O CIRCUITO DE SEGURANÇA DA RECHADORA ESTAVA ABERTO.	O MICRO MAGNÉTICO DA PORTA DA RECHADORA NÃO FECHOU OS CONTATOS.	CAIU O IMÁ DE ACONDIONAMENTO DO MICRO MAGNÉTICO.	O ENVOLUCRO DO MICRO MAGNÉTICO ESTAVA QUEBRADO.	DEVIDO O CHOQUE MÉCANICO ENTRE A TAMPA E O MICRO MAGNÉTICO.	MIQ	INSTALAR ESBARRO MÉCANICO PARA PROTEGER O MICRO MAGNÉTICO DA RECHADORA 01.			
PASSO 6: Plano de Ação							PASSO 7: Eficácia - Foi eficaz?			
O QUE? (Colocar as ações definidas no passo 5)							<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO			
INSTALAR ESBARRO MÉCANICO PARA PROTEGER O MICRO MAGNÉTICO DA RECHADORA 01.	15/07/2020	CONCLUÍDO	-	EDUARDO GONÇALVES.	DATA VERIFICAÇÃO	VERIFICADO POR:	CONCLUSÃO DA VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA			
PASSO 8: Novo RAC gerado							Encerrado por:			
PASSO 9: Expansão Horizontal / Abrangências das Ações - Onde as soluções podem ser replicadas? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO										
Nº	Descrição da Expansão							Data de encerramento:		

Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

Anexo 2 – Análise FMEA do transportador industrial da linha 10.

FMEA		TÍTULO		PLANO FMEA - TRANSPORTADOR INDUSTRIAL L10		525 17F 000-800														
NOME DO DOCUMENTO	PLANO TRANSPORTADOR INDUSTRIAL	TIPO DE DOCUMENTO	PLANO FMEA	TIPO DE DOCUMENTO	PLANO TRANSPORTADOR INDUSTRIAL	TIPO DE DOCUMENTO	PLANO FMEA													
Equipamento	Sistema/Subsistema	Componente	Foto	Função	Falha funcional	Modo de falha	Causa da falha	Efeito da falha	F	Q	S	D	F	Nível de gravidade	Medidas de controle	MTT (baseado no tempo)	MTC (baseado no custo)	Inspeção	Item	Código do documento
TRANSPORTADOR INDUSTRIAL																				
ALINHADOR/TENSIONADOR DO TRANSPORTADOR																				
		ROLAMENTO		ALINHAR E PERCECÇÃO ENTRE AS RODAS DO TRANSPORTADOR PARA A ALINHAR O TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	PARA ALINHAR O TRANSPORTADOR	FALHA NA ALINHAMENTO DO TRANSPORTADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		CILINDRO MECÂNICO		DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR PARA A ALINHAR O TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	PARA ALINHAR O TRANSPORTADOR	FALHA NA ALINHAMENTO DO TRANSPORTADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		FAIXA DE CILINDRO MECÂNICO		ALINHAR O TRANSPORTADOR PARA A ALINHAR O TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	PARA ALINHAR O TRANSPORTADOR	FALHA NA ALINHAMENTO DO TRANSPORTADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		SENSOR FOTOELÉTRICO		ALINHAR O TRANSPORTADOR PARA A ALINHAR O TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	PARA ALINHAR O TRANSPORTADOR	FALHA NA ALINHAMENTO DO TRANSPORTADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		REGULADOR DE PRESSÃO		ALINHAR O TRANSPORTADOR PARA A ALINHAR O TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	PARA ALINHAR O TRANSPORTADOR	FALHA NA ALINHAMENTO DO TRANSPORTADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		CONJUNTO MECÂNICO		ALINHAR O TRANSPORTADOR PARA A ALINHAR O TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	PARA ALINHAR O TRANSPORTADOR	FALHA NA ALINHAMENTO DO TRANSPORTADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		ROLÃO DE APOIO		ALINHAR O TRANSPORTADOR PARA A ALINHAR O TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	DESALENHAMENTO DO TRANSPORTADOR	PARA ALINHAR O TRANSPORTADOR	FALHA NA ALINHAMENTO DO TRANSPORTADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

Anexo 3 – Exemplo de Plano de Lubrificação da linha 10.

Equipamento	Subconjunto	Componente	Quantidade de componentes	Lubrificante	Código (cor)	Foto do Local	Atividade	Descrição da Atividade	Ferramentas	Quantidade de Lubrificante	Tempo (min)	FREQÜÊNCIA					Há pontos críticos no equipamento?	Manutenção ou Operação?	Responsável	MODO		EPI's	
												Tudo	Diário	Semanal	Quinzenal	Mensal				Outro	P		F
REFRIGERAMENTO	RAMPA DE SUBIDA	ROLAMENTOS	2	ALPHEX 5 2			MANUAL	LIBERFICAR	BOMBA DE GRAXA	10 gramas	10					X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.
REFRIGERAMENTO	RAMPA DE SUBIDA	CORRENTES	1	INTEROL CAD P 220			MANUAL	LIBERFICAR	FINCEL	100 mililitros	5				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	RAMPA DE SUBIDA	MOTOREDUTOR	1	GEAR SYNTE FOL 220			MANUAL	SUBSTITUIR ÓLEO	ALMOTOLA	2 litros	30					X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.
REFRIGERAMENTO	TANGUE DE REFRIGERAMENTO SUPERIOR	ROLAMENTOS	2	ALPHEX 5 2			MANUAL	LIBERFICAR	BOMBA DE GRAXA	10 gramas	10				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	TANGUE DE REFRIGERAMENTO SUPERIOR	MOTOREDUTOR	1	GEAR SYNTE FOL 220			MANUAL	SUBSTITUIR ÓLEO	ALMOTOLA	2 litros	30				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	RAMPA DE DESCIDA	ROLAMENTOS	2	ALPHEX 5 2			MANUAL	LIBERFICAR	BOMBA DE GRAXA	10 gramas	10				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	RAMPA DE DESCIDA	CORRENTES	1	INTEROL CAD P 220			MANUAL	LIBERFICAR	FINCEL	100 mililitros	5				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	RAMPA DE DESCIDA	ENGRANAGEM	2	SUROSYNTE C 1			MANUAL	LIBERFICAR	FINCEL	6 gramas	10				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	RAMPA DE DESCIDA	MOTOREDUTOR	1	GEAR SYNTE FOL 220			MANUAL	SUBSTITUIR ÓLEO	ALMOTOLA	2 litros	30				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	ALINHADOR INIBLÉ BOBÃO	CORRENTES	1	INTEROL CAD P 220			MANUAL	LIBERFICAR	FINCEL	100 mililitros	5				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	ALINHADOR INIBLÉ BOBÃO	MOTOREDUTOR	1	GEAR SYNTE FOL 220			MANUAL	SUBSTITUIR ÓLEO	ALMOTOLA	1 litro	30				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	STACKS 1-5	ROLAMENTOS	2	ALPHEX 5 2			MANUAL	LIBERFICAR	BOMBA DE GRAXA	10 gramas	10				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	STACKS 1-5	CORRENTES	1	INTEROL CAD P 220			MANUAL	LIBERFICAR	FINCEL	100 mililitros	5				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	STACKS 1-5	MOTOREDUTOR	1	GEAR SYNTE FOL 220			MANUAL	SUBSTITUIR ÓLEO	ALMOTOLA	1,5 litros	30				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	
REFRIGERAMENTO	RECHENBOOMS	ENGRANAGEM	4	SUROSYNTE C 1			MANUAL	LIBERFICAR	FINCEL	6 gramas	10				X	NÃO	MANUTENÇÃO	LIBERFICADOR	X		-	Proteção antirruído, sapatos de segurança, luvas e óculos de segurança.	

Fonte: Acervo da Indústria, 2020.

O ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS E SUA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DO VESTUÁRIO

Danrley Roger Lima de Sousa
Gleison Ribeiro Cruz
Danielle Kely Saraiva De Lima
Jefferson Pereira Ribeiro
José Márcio Feitosa Monteiro

RESUMO

A análise de tempos e métodos, também conhecida como cronoanálise, é uma ferramenta avançada de gestão que consiste no estudo de tempos e movimentos de um processo, tarefa ou serviço, com o objetivo de otimizar processos, reduzir desperdícios, determinar a capacidade produtiva, sempre focando na redução de custos operacionais aumentando a competitividade da empresa. Este trabalho tem como objetivo encontrar e padronizar um tempo padrão em um processo de auditoria de peças manufaturadas em uma indústria do vestuário situada em Fortaleza - CE, fazendo o uso de técnicas da administração científica, como, o mapeamento de processos e cronoanálise. No decorrer deste estudo pode-se evidenciar que o processo de auditoria não havia um tempo pré-estabelecido, assim podendo causar impactos na performance operacional da auditora de controle de qualidade ocasionando atrasos no processo produtivo, já que as peças só podem ser liberadas para o estágio seguinte de produção, após o lote validado pela auditora. Pensando nisso, foi estudado, planejado, elaborado, aplicado e medido uma proposta de melhoria para o processo abordado, validando um tempo padrão e análise de capacidade para o processo de revisão. Mapeando as atividades realizadas, validando o número de ciclos e utilizando técnicas de cronoanálise para validar um tempo padrão para o processo. Ao final do trabalho é possível analisar a real capacidade de auditoria dia e sugerir melhorias através da validação do estudo de tempo padrão da auditoria de produto.

Palavras- chaves: Cronoanálise; Tempo padrão; Processo; Controle de qualidade.

ABSTRACT

Time and method analysis, also known as chronoanalysis, is an advanced management tool that consists of studying the times and movements of a process, task or service, with the aim of optimizing processes, reducing waste, determining production capacity, always focusing on reducing operating costs by increasing the company's competitiveness. This work aims to find and standardize a standard time in an audit process of manufactured parts in a clothing industry located in Fortaleza - CE, using scientific management techniques, such as process mapping and chronoanalysis. In the course of this study, it can be seen that the audit process did not have a pre-established time, thus causing impacts on the operational performance of the quality control auditor, causing delays in the production process, since the parts can only be released to the next stage of production, after the batch validated by the auditor. With that in mind, an improvement proposal for the process addressed was studied, planned, elaborated, applied and measured, validating a standard time and capacity analysis for the review process. Mapping the activities performed, validating the number of cycles and using chronoanalysis techniques to validate a standard time for the process. At the end of the work, it is possible to analyze the real day audit capacity and suggest improvements through the validation of the standard time study of the product audit.

Keywords: Chronoanalysis; Standard time; Process; Quality control.

1 INTRODUÇÃO

O estudo a seguir tem como finalidade demonstrar o surgimento, aplicação e benefícios do estudo de tempo e métodos, conhecido também como cronoanálise e cronometragem realizada em uma indústria do vestuário. Uma técnica que reuni ferramentas que podem ser facilmente encaixadas no seletor grupo das ferramentas da qualidade, sendo essas com aplicação mais avançada, onde tem como alguns dos principais objetivos: a otimização de processos, o acréscimo da qualidade, a otimização dos tempos de fabricação e atividades na manufatura de um produto ou na execução de um serviço.

O estudo de tempos e métodos surgiu a partir do trabalho realizado por Frederick Taylor e o casal Gilbreth. Frederick Taylor tinha a formação de engenheiro mecânico, era especialista em processos industriais e foi considerado o pai da administração científica e criador da metodologia. Já o casal Gilbreth que era formado pelo Engenheiro industrial Bunker Gilbreth e a psicóloga Lillian Gilbreth, os dois foram os principais responsáveis pelos estudos dos movimentos.

Segundo Taylor (1970), onde quer que se execute um trabalho manual é necessário encontrar o meio mais econômico para executar a tarefa, e após isso, é preciso verificar a quantidade de trabalho que deve ser executado em um período.

Para Taylor (1970), a estratificação das atividades nos possibilita erradicar movimentos que não agregam valor ao processo, assim simplificando, racionando ou unindo movimentos essenciais para o processo, a fim de proporcionar a otimização dos tempos e movimentos do colaborador.

Analisando as afirmativas citadas por Frederick Taylor, podemos considerar que a metodologia, é baseada na otimização do tempo trabalho, com o objetivo de reduzir a ociosidade do colaborador dentro da organização, a fim de otimizar as atividades e tarefas executadas pelo o colaborador, elevando a produtividade e também a hierarquização da cadeia produtiva, dividindo o trabalho manual do intelectual, afirmando assim todo o controle dos colaboradores pelos os gestores, assim eles eram a única fonte detentora do conhecimento geral da produção.

Segundo Barnes (1977), “o estudo dos micros movimentos é o estudo dos movimentos fundamentais para a operação, por intermédio de uma câmera cinematográfica e de um dispositivo que indique com precisão os intervalos de

tempo obtidos no filme”. Baseado na afirmativa citada por Barnes a respeito do estudo dos movimentos executado pelo casal Bunker e Lillian Gilbreth, conseguimos afirmar que a pesquisa realizada por eles tinha como foco principal erradicar movimentos inúteis realizados pelos colaboradores, estabelecendo assim um método eficiente para execução daquela atividade, analisando o tempo que cada atividade levava para a realização, sempre focando na melhoria do método da tarefa.

Com o estudo surgiu a cronometragem e a cronoanálise, que tem como objetivo analisar o tempo para realização de cada atividade executada dentro de cada etapa do processo de forma fragmentada, evitando a fadiga do colaborador realizando movimentos repetitivos e desnecessários, identificando ociosidade de máquinas e dos colaboradores, evidenciando gargalos dentro das linhas de montagem e por meio disso, pode-se enxergar a possibilidade de melhoria dentro do processo produtivo ou serviço. Esse tipo de ferramenta pode ser utilizada em qualquer área industrial ou de serviços, tornando-se um artifício trivial para enxergar as ineficiências dentro do processo produtivo, aumentando a confiabilidade do tempo levado para realizar a fabricação de um produto ou executar um serviço realizado, no qual é necessária análises do fluxo do processo para que a organização possa implementar diversas melhorias e averiguar os ganhos da proposta, elevando a competitividade da organização dentro do mercado atual.

A finalidade deste estudo resume-se em definir um padrão em um processo de auditoria da qualidade mediante a execução da cronoanálise. Com isso, foram determinados os objetivos específicos: executar um delineamento sobre o estudo de tempos e métodos; identificar o método de cronoanálise a ser aplicado; aplicar o método escolhido; analisar o tempo-padrão; propor as melhorias e adequações para tornar o processo mais eficiente, assim com a estipulação e hipóteses das melhorias reconhecendo o tempo-padrão do processo em estudo, então conclui-se o objetivo do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ESTUDO DE TEMPOS

O estudo de tempos e métodos foi construído por meio de dois estudos, o de tempo desenvolvido por Frederick Winslow Taylor, um engenheiro norte-americano,

considerado o criador da administração científica e da engenharia de produção. Já o estudo de movimentos que foi criado pelo Engenheiro industrial Frank Bunker Gilbreth e seu cônjuge a psicóloga Lillian Moller Gilbreth.

O estudo de tempos de Taylor começou no ano de 1881, enquanto ele trabalhava na usina de (*Midvale Steel Company*), então observou que os sistemas administrativos na época eram problemáticos, porque não existiam padronização nas operações e que cada colaborador executava suas tarefas de modo empírico, os gestores não conheciam o processo de manufatura e como ocorria o processo de remuneração dos subordinados. Então em 1903, ocorreu a publicação do seu primeiro livro, onde foi descrito uma proposta de racionalização do trabalho por meio do estudo de tempos e métodos, no qual o trabalho executado pelos colaboradores deveria ser fragmentado, analisado e testado cientificamente, para que encontrasse a melhor maneira e mais eficiente de realizá-lo e não de modo empírico como era feito antes. Então a partir do estudo de tempos e métodos, fosse construído um modelo de processo padronizado para manufaturar um produto. Os subordinados deveriam ser escolhidos a dedo de acordo com suas habilidades para executar o trabalho e seriam desenvolvidos para que pudessem se especializar naquela determinada tarefa, fazendo assim uma segmentação do trabalho. A maneira de remuneração passou a ser executada pela produção alcançada do subordinado, porque para Taylor essa tratativa de pagamento se tornaria um incentivo para que seus subordinados fossem mais produtivos.

Os princípios da Administração Científica, são: O planejamento, onde nesta etapa a laboração do empregado que antes era executada de maneira empírica, passa a ser efetuada por um processo padronizado que foi planejado e comprovado cientificamente, evitando assim o empiricismo por parte do empregado e o controle, que agora era feito pelos gestores. Na seleção os empregados eram selecionados através de suas habilidades, então recebiam treinamentos para especializar-se em determinadas tarefas dentro do processo de manufatura.

O controle, agora feito por um gestor consegue garantir que as tarefas fossem finalizadas dentro do método e padrões definidos, além de certificar que o processo estivesse dentro da meta produtiva. Na execução, havia a distribuição das tarefas e atribuições, para garantir que o empregado executasse a labuta dentro dos padrões definidos pelos gestores.

2.2 ESTUDO DE MOVIMENTOS

O estudo de movimentos foi desenvolvido pelo engenheiro industrial Frank Bunker Gilbreth e sua esposa a psicóloga Lillian Moller Gilbreth, com o foco em melhorar a eficiência produtiva de diversas tarefas, unificando os estudos sistemáticos feitos pelo casal ao de Taylor.

O estudo elaborado pelo casal Gilbreth tornou-se uma tradição nas práticas de manufatura industrial porque consegue possibilitar o alcance em reduções expressivas de custos na manufatura. Considerando isso, Sugai (2003) demonstra três finalidades possíveis de serem alcançadas por meio do estudo dos movimentos:

- Erradicar movimentos inúteis na realização da tarefa;
- Desempenhar de forma mais econômica possível os movimentos inúteis do ponto de vista fisiológico.
- Dar a estes movimentos selecionados uma seriação apropriada.

Sugai (2003), justificando os conceitos exibidos anteriormente, complementa que o estudo de tempos desenvolvidos por Taylor, ressaltando que a utilização do estudo de tempos feito de forma solitária ao estudo de movimentos, não é suficiente para melhorar as operações.

2.3 CRONOANÁLISE

A cronoanálise é demonstrada por Felipe (2012) “como uma avaliação detalhada da cronometragem, que é o registro da tomada de tempos”. feita de forma simplificada Sugai (2003) “a cronoanálise surgiu com os estudos de Frederick Taylor, juntamente com os de Frank Gilbreth, onde o primeiro era focado na fragmentação das tarefas realizadas em um processo de manufatura, e a real capacidade produtiva do colaborador”.

O segundo estudo já destacava a parte de movimentos, englobando aspectos relacionados a fadiga humana, eliminação de movimentos inúteis e a criação de tabelas de movimentos com seus respectivos valores e símbolos. Segundo Seleme (2009), em uma cronoanálise define-se os: (TC) Tempo Cronometrados; (TM) Tempo Médio; (TN) Tempo Normal; e (TP) Tempo Padrão.

A realização da cronoanálise em uma indústria é necessário executar algumas etapas, são elas: a obtenção e a anotação dos tempos das tarefas e do colaborador, fragmentação das atividades em elementos, testemunhar e anotar o tempo gasto para finalizações dos procedimentos, determinar o número de ciclos,

avaliar o ritmo de trabalho do colaborador e validar o tempo normal, o fator de tolerância e o tempo padrão das tarefas executadas.

A cronoanálise apesar de ser uma excelente ferramenta, possui alguns pontos fracos, como por exemplo, o fato da mecanização do trabalho e a queda de engajamento dos colaboradores, pois os parâmetros e metas a serem atingidas são adquiridas através da observação de apenas alguns funcionários, não levando em consideração as necessidades dos demais, um outro problema muito comumente é o fato de criar metas ousadas demais e acabar gerando em alguns funcionários, ansiedade ou até mesmo a depressão, por não conseguirem se encaixar nas metas definidas pela empresa.

2.4 TESTEMUNHAR E ANOTAR AS TAREFAS DO PROCESSO E DO COLABORADOR

Nesta etapa, é onde se realiza a compreensão do processo de manufatura dos produtos, com um checklist de tarefas, que pode ser verificado através de ferramentas de mapeamento de processo como por exemplo fluxogramas, que segundo o dicionário é uma representação gráfica de um procedimento, problema ou sistema, cujo etapas ou módulos são ilustrados por símbolos geométricos interconectados. Com os objetivos de apresentar os pontos de início e término das atividades.

2.5 FRAGMENTAÇÃO DAS TAREFAS POR ELEMENTOS

Após a etapa de obtenção e anotações dos elementos dentro das tarefas e finalizados pelo empregado, então inicia-se o segundo ciclo, que é uma das etapas cruciais para o sucesso do cronoanálise quando ela for aplicada, essa parte do processo trata em dividir a atividade realizada e que está sendo observada em elementos, ou seja a atividade começa a ser dessecada para que assim possa ser mais bem observada.

Segundo Costa Junior (2008), para determinar o tempo de execução de uma operação, é preciso erradicar os movimentos inúteis e os problemas durante o processo, bem como dividir os conjuntos de movimentos da operação em subgrupos. Então podemos concluir que a partir dessa etapa é onde o observador passa a ter uma visão mais detalhada do processo, e começa a enxergar

desperdícios, e formas de retrabalho, que são responsáveis pela não eficiência e eficácia esperada.

2.6 TESTEMUNHAR E ANOTAR O TEMPO GASTO PARA A FINALIZAÇÃO DAS TAREFAS

O tempo real de uma tarefa é o tempo medido com o auxílio de um cronômetro. Segundo Barnes (1977), existem dois tipos métodos principais para realizar a leitura de um cronômetro, são eles a leitura repetitiva e a leitura contínua.

Leitura repetitiva: neste tipo de anotação o início de cada atividade finalizada, o cronômetro deve se encontrar zerado, um exemplo é o empregado que inicia o primeiro elemento da operação executada, e o observador se encontra com o zerado, a partir do início da atividade, simultaneamente o cronometro é iniciado e no final daquele elemento o cronômetro é parado e o tempo é anotado na folha de registro, no início do segundo elemento o cronômetro é zerado novamente e o processo descrito acima é repetido até o fim da operação.

Leitura contínua: já neste tipo de leitura, o observador inicia o cronômetro a partir da execução do primeiro elemento e mantém até o último, e no final de cada elemento o operador verifica o tempo gasto e anota na folha de registro, sem a interrupção do tempo.

2.7 VALIDAR O NÚMERO DE CICLOS

Existem diversas formas para validar o total de ciclos a ser cronometrados, abaixo irei citar duas situações, que são:

Segundo Peinado e Graeml (2007), citam que é preciso executar diversas leituras de tempos para chegar na média aritmética entre eles. Utilizando a Equação 1, pode se chegar uma quantidade de ciclos cronometrado mais confiáveis.

Equação 1 - Equação para validar o número de ciclos.

$$N = \left(\frac{Z \times R}{E_r \times D_2 \times \bar{X}} \right)^2 \quad (1)$$

Fonte: Peinado e Graeml, 2007, p. 98.

Onde:

N = Número de ciclos que devem ser cronometrados.

Z = Coeficiente de distribuição normal para uma propriedade determinada.

R = Amplitude da amostra.

Er = Erro relativo da medida.

D2 = Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas de forma preliminar.

X = média dos valores da observação.

Os valores dos coeficientes “Z” e “D2” que são utilizados nos cálculos, são retirados e apresentados nas Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente.

Tabela 4 - Coeficientes de distribuição normal.

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Peinado e Graeml (2007 p. 98).

Tabela 5 - Coeficiente D2 para o número de cronometragens iniciais.

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Peinado e Graeml (2007 p. 98).

Segundo Peinado e Graeml (2007), em um estudo de tempos, o nível de confiança que geralmente usado fica em torno de 90% a 95% e o erro relativo aceitável varia entre 5% e 10%. Assim, com 95% de probabilidade, a média dos valores observados, não terá uma variação maior que 5% do valor verdadeiro para a duração dos elementos.

A outra maneira de verificar o número de ciclos, é mais simplificado que a primeira, na qual foi apresentada por Costa Júnior (2008), foi descrita como método de tabela, onde o número de medições executadas pode ser discriminado com base na duração do ciclo no trabalho, a Tabela 3 exemplifica o método desenvolvido por Costa Júnior (2008).

Tabela 6 - Número de medições por tempo de ciclo.

Número de Medições	Tempo de Ciclo (minutos)
3	> 40
5	40
8	20
10	10
15	5
20	2
30	1
40	0,75
60	0,5
100	0,25
200	0,10

Fonte: Adaptado de Costa Júnior, 2008.

Uma visão mais intuitiva e prática das medições, onde do lado direito da tabela temos o tempo de ciclo e por meio dos tempos de ciclos, temos a quantidade de medições necessárias para a execução da cronoanálise.

2.8 RITMOS DE TRABALHO DO COLABORADOR

Conforme Barnes (1977), na avaliação de ritmo do colaborador, é o processo em que o cronometrista de tempos compara o ritmo do colaborador com o seu próprio conceito de ritmo normal. Após isso, este fator de ritmo será aplicado ao tempo selecionado para chegar no tempo normal da atividade.

De acordo com Silva e Coimbra (1980), na avaliação de ritmo do colaborador, pode ser considerada a parte mais importante e difícil da cronoanálise, pois é determinada de modo subjetivo pelo cronometrista.

Para a velocidade de operação normal é atribuída uma taxa de ritmo de 100%, para velocidades acima do normal, são considerados valores acima de 100% e para velocidades abaixo do normal são discriminados valores abaixo de 100%, ou seja, o ritmo é o fator que mede a influência dos componentes habilidade e esforço, na produtividade operacional do empregado.

A habilidade é algo que o colaborador traz por si próprio para o trabalho, ou seja, é algo que não varia no dia a dia, pois é resultado de sua experiência, destreza, inteligência, poucas interrupções e hesitações durante o trabalho. Já o esforço é algo que pode variar no dia a dia, pois trata-se da quantidade de trabalho

que o colaborador pode fornecer em determinado dia, esse esforço é influenciado por diversos fatores durante o dia, como: cansaço em diferentes momentos do dia, entusiasmo e disposição física demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Percentuais para cálculo de eficiência.

CÁLCULO DE EFICIÊNCIA					
HABILIDADE %			ESFORÇO %		
120	A	Superior	120	A	Superior
115	B	Excelente	115	B	Excelente
110	C1	Boa	110	C1	Boa
105	C2		105	C2	
100	D	Normal	100	D	Normal
95	E1	Regular	95	E1	Regular
90	E2		90	E2	
85	F1	Fracá	85	F1	Fracá
80	F2		80	F2	

Fonte: Adaptado de Miranda, 2009.

Ao classificar habilidade e esforço, é melhor usar a média dos dados. Por exemplo, um empregado com habilidade "B" e esforço "E1" teria um fator de correlação de $(115\% + 95\%) / 2 = 105\%$. O Quadro 2 irá auxiliar na classificação da faixa aplicada no Quadro 1 (MIRANDA, 2009).

Quadro 2 – Conceitos para classificação da habilidade e do esforço.

HABILIDADE	ESFORÇO
FRACA	FRACO
Não adaptado ao trabalho. Comete erros e tem movimentos inseguros.	Falta de interesse e métodos inadequados.
REGULAR	REGULAR
Comete menos erros e seus movimentos são quase inseguros.	Idem ao anterior, porém com menos intensidade.
NORMAL	NORMAL
Exatidão satisfatória e ritmo razoavelmente constante.	Trabalho constante e esforço satisfatório.
BOA	BOM
Tem confiança, ritmo constante e raras excitações.	Trabalho constante e confiança, com pouco ou nenhum tempo perdido.
EXCELENTE	EXCELENTE
Precisão nos movimentos, sem hesitações e erros.	Trabalho com rapidez e movimentos precisos.
SUPERIOR	SUPERIOR
Movimentos iguais comparáveis a uma máquina.	Ritmo impossível de ser mantido em um dia inteiro de trabalho.

Fonte: Adaptado de Miranda, 2009.

A habilidade e o esforço que um colaborador executa em suas atividades podem ser identificados por meio da supervisão do colaborador durante o cumprimento de suas tarefas.

Com o auxílio do Quadro 1 trazendo outro exemplo de aplicação real, o cronometrista verifica o ritmo do colaborador, depois alinhado com o Quadro 2, o modo como ele executa suas tarefas durante o dia a dia, onde em que situações como a habilidade for diferente do esforço, é sugerido para o cronometrista que ele considere a média entre as duas, por exemplo: em um caso onde um colaborador possua uma habilidade “D” e esforço “D”, o fator de correção aplicado seria de $(100+100)/2 = 100\%$ ou seja, no descrito caso o colaborador se encaixaria no fator de ritmo igual a 100% em uma condição normal, que em relação a habilidade ele teria confiança, ritmo constante e raras excitações e ligado a esforço ele realizaria um trabalho constante com confiança e com pouco ou nenhum tempo perdido.

2.9 TEMPO NORMAL

O (TN) Tempo Normal para ser encontrado deve se considerar alguns fatores, que podem variar de acordo com quem for fazer a cronometragem das atividades, alguns que podem influenciar na velocidade em que é realizada a operação são: a destreza do operador, a aptidão para realização da atividade, a fadiga, a pressão emocional dentre outras coisas. Slack, Chambers e Johnston (2009) afirmam que o tempo normal é estabelecido através da análise da velocidade de trabalho do colaborador a uma velocidade que corresponde a um desempenho padrão.

Para realização do cálculo para encontrar o tempo normal leva-se em conta a velocidade de trabalho do operador, que pode ser: abaixo do normal, quando o operador está realizando a operação abaixo da velocidade normal, seja ela ocasionada por N fatores, deve ser considerado uma taxa de velocidade menor de 100%. Quando a velocidade do operador é normal, deve ser considerado uma taxa igual a 100% e acima do normal a taxa que será utilizada para medição do tempo normal e maior que 100%.

Em resumo para a determinação do Tempo Normal (TN) dos elementos, usa a Média (X) dos tempos cronometrados vezes o Fator de Ritmo (FR) em forma de porcentagem. Como apresentada na Equação 2, o resultado gerado pela equação é geralmente exibido em segundos (s).

Equação 2 - Equação para cálculo de tempo normal.

$$TN = \bar{X} \times FR \quad (2)$$

Fonte: Adaptado de Costa Júnior, 2008.

Onde:

(X) = Média dos tempos cronometrados

FR = Fator de ritmo

2.10 FATOR DE TOLERÂNCIAS

Segundo Barnes (1977), durante o processo, existem pausas, interrupções, necessidades pessoais que são contabilizadas como tolerâncias. Existem fator de tolerância para fadiga (esforço do empregado e sua vitalidade extraída), a fator de tolerância para questões pessoais ou tolerâncias relacionadas a espera, na qual pode ser denominada como evitável (modo intencional – não devem ser consideradas para cálculos) e inevitável (quebras, ajustes técnicos e outros). A Equação 3 que utilizamos para definir a tolerância:

Equação 3 - Equação para cálculo de tolerância.

$$FT = 1 / (1-p) \quad (3)$$

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Onde:

FT= fator de tolerância

P= tempo de tolerância concedido

O fator de tolerância para espera: são as tolerâncias que são consideradas inevitáveis ou evitáveis, as que são provocadas de propósito pelo operador no intuito de aumentar o tempo de produção ou tornar inviável o estudo de tempo, devem ser desconsideradas e descartadas, porém espera devido a trocar de ferramentas ou ajuste no maquinário, interrupções pelo gestor dentre outras, devem ser consideradas, esse tipo de espera é considerado inevitável.

O fator de tolerância pessoal: essa está relacionada diretamente ao empregado e suas necessidades fisiológicas, e devem ser consideradas em primeiro lugar, existe duas formas de determinar a quantidade de tempo, através de um estudo contínuo ou por amostragem do trabalho, levando em consideração um operador que trabalha em torno de 8 horas, sem gozo de um tempo para descanso determinado, ele usará em média de 2% a 5% (10 a 25 minutos), por dia para as suas necessidades diárias.

O fator de tolerância para a fadiga: este tipo está ligado a capacidade produtiva do empregado durante sua carga horaria, porque ele é submetido a um desgaste que consome sua vitalidade durante o dia.

De acordo com Silva e Coimbra (1980), são inúmeros os fatores que implicam na produtividade do empregado durante o trabalho. São eles a monotonia, esforço físico, mental, e condições ambientais.

Conforme texto acima irei apresentar com detalhamento dos fatores descritos acima:

- Monotonia: esse se dar por conta da repetibilidade de movimentos realizado por um colaborador, como movimentos similares ou operações repetitivas, então nesse caso é utilizado a Tabela 2.

Tabela 2 - Autorização de tolerância para monotonia.

MONOTONIA		
Duração do Ciclo		Tolerância Concedida (%)
De (em minutos)	Até (em minutos)	
0	0,05	7,8
0,06	0,25	5,4
0,26	0,5	3,6
0,51	1	2,1
1,01	2	1,0
2,01	3	0,5
3,01	4	0,2

Fonte: Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

- Esforço físico: este é inerente ao desgaste fisiológico, dos músculos do corpo humano utilizados na atividade e não considera somente os movimentos repetitivos como na monotonia, para a determinação do fator de tolerância de desgaste físico, deve-se levar em consideração a demonstração da Tabela 3.

Tabela 3 - Autorização de tolerância para esforço físico.

ESFORÇO FÍSICO			
Classificação	Representação	Descrição	Tolerância concedida (%)
Muito Leve	ML	Trabalho sentado, serviço manual, operar pesos reduzidos, movimentos de braços e de mãos.	1,8
Leve	L	Trabalho sentado, serviço manual, pequena movimentação do corpo, pequeno esforço com membros superiores ou inferiores.	3,6
Médio	M	Trabalho em pé, pequena movimentação, operar pesos médios.	5,4
Pesado	P	Trabalho em pé, pode haver movimentação em torno do local, carregar, puxar ou sustentar pesos.	7,2
Muito Pesado	MP	Operar de modo praticamente contínuo pesos grandes, movimentar-se por longas distâncias transportando pesos (até 20 kg).	9

Fonte: Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

- Desgaste mental: trata-se do desgaste fisiológico para atividades que necessitam de uma atenção dobrada ou uma maior concentração para a realização da atividade. A Tabela 4, demonstrada a seguir, determina as tolerâncias com relação ao esforço mental.

Tabela 7 - Autorização de tolerância para esforço mental.

ESFORÇO MENTAL			
Classificação	Representação	Descrição	Tolerância concedida (%)
Leve	L	Serviço repetitivo e invariável, pequena responsabilidade de segurança e qualidade, trabalho que não requer decisões.	0,6
Médio	M	Responsabilidade de segurança e qualidade, requer pequenas decisões e/ou o uso de instrumentos.	1,8
Pesado	P	Grande responsabilidade em segurança e qualidade, responsabilidade pelo trabalho de outros, grande necessidade de decisões.	3

Fonte: Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

- Condições ambientais: diz respeito a fatores externo a qual o empregado é exposto a ambientes insalubres durante sua jornada de trabalho, como por exemplo: temperatura alta, ruído, dentre outros, fatores esses que afetam a performance do empregado, elevando sua fadiga geral, então abaixo segue a apresentação dos valores que devem ser levados em consideração para as seguintes condições. Porém cada empregado pode acabar reagindo de forma específica ao ambiente em que está alocado, então o gestor responsável pela atividade deve considerar uma atenção maior quando for analisar os tempos cronometrados. A Tabela 5 apresenta os valores que devem ser adicionados para tais condições.

Tabela 5 - Autorização de tolerância para condições ambientais.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS									
TÉRMICAS				ATMOSFÉRICAS			OUTRAS INFLUÊNCIAS DO MEIO		
Tipo	Temperatura (°C)		%	Tipo	Descrição	%	Tipo	Descrição	%
	De	à							
Gelada	0	7	3,6	Boas	Local bem ventilado ou ar fresco.	0	Ruído	Nível baixo.	0
Baixa	8	15	1,8					Excessivo, obrigando o uso de protetor	1,8
Normal	16	26	0	Razoáveis	Local mal ventilado; Presença de mau cheiro ou fumaça não tóxica.	2,4	Umidade	Ambiente seco e agradável.	0
Alta	27	34	1,8	Más	Alta concentração de pó; Presença de fumaça ou pó tóxicos; Uso obrigatório de máscara facial.	5,6		Excessiva	Até 26°
Excessiva	35	40	3,6				Vibração	Vibração do solo ou máquina.	1,8

Fonte: Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

Com isso podemos concluir que em todo processo não é humanamente possível um empregado operar em alto ritmo por toda a jornada de labuta, porque o empregado pode sentir a necessidades especiais como ir ao banheiro, tomar água, além de outros fatores exposto acima, então na hora de considerar os tempos necessários para realização de uma tarefa que cada colaborador pode reagir de forma inerente quando exposto a uma condição ambiental que afeta seu trabalho, então a interpretação da Tabela 5, requer uma atenção especial.

2.11 TEMPO PADRÃO

Para Barnes (1977), o tempo padrão é o tempo necessário para a manufatura de um determinado item, peça ou unidade, é um apontador para a análise de produtividade. A Equação 4 exemplifica como devemos calcular o tempo padrão.

Equação 4 - Equação para cálculo de tempo padrão.

$$TP = TN \times FT \quad (4)$$

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Onde:

TP = Tempo padrão

TN = Tempo normal

FT = Fator de tolerância

De acordo com Slack; Chambers. Johnston (2002), “a maioria das técnicas de medida de trabalho envolvem a fragmentação do trabalho a ser estudada em elementos e para cada um desses elementos é atribuído um tempo padrão, e para se obter o tempo padrão da atividade total, deve-se fazer a soma de todos os tempos padrões dos elementos que compõe aquela atividade”.

Barnes (1977), “cita que, quando determinado um tempo padrão para uma tarefa, o empregado deverá finalizar a atividade como ilustrada na folha de registro, esse tempo pode ser utilizado para padronizar tarefas, treinar novos empregados, estabelecer métodos adequados e condições viáveis para a finalização da tarefa”.

3 METODOLOGIA

Para construir este artigo, vamos descrever nessa etapa qual foi o método ou abordagem, cenário, sujeitos e instrumentos de pesquisas utilizados.

3.1 PESQUISA

Para construir a pesquisa, foram levantadas informações de livros, artigos, sites sobre o estudo envolvido. A coleta de dados do estudo foi elaborada in loco com a realização de coleta os dados quantitativos inerentes aos tempos de trabalho durante a auditoria e objetivo de determinar o tempo padrão do processo. A pesquisa é considerada quantitativa do tipo exploratório, uma vez que, possibilitará

uma maior familiarização com os processos produtivos e precisão no levantamento de dados favorável ao desenvolvimento da pesquisa. Os dados obtidos por meio da cronometragem foram registrados em planilhas eletrônicas e folha de cronoanálise. Também se enquadra a pesquisa qualitativa com o intuito de observar o trabalho durante a produção e a aplicação do questionário para compreensão do processo.

3.2 NATUREZA

O artigo é de natureza aplicada, com o intuito de gerar conhecimento sobre o estudo sistemático de tempos e métodos e suas imensas variações de aplicabilidade para a resolução de problemas e melhoria de processos.

3.3 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Nessa etapa demonstra todo o planejamento do trabalho, juntamente com as etapas para validação deste estudo, que estão especificadas neste desdobramento.

3.4 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Observado após a fabricação das peças, ficavam acúmulos no setor esperando para serem auditadas, assim aumentando o lead time do produto, aumentando as filas para o estágio seguinte de manufatura, causando atrasos para as etapas de produção.

3.5 ENTENDIMENTO DO PROCESSO

Antes de propor uma melhoria é preciso conhecer aquilo que se quer melhorar e para fazer isso é preciso mapear cada etapa do processo afim, entender o que realmente acontece diariamente no processo e por meio disso identificar oportunidades de melhorias deixando o processo mais eficiente.

3.6 COLETA DE DADOS

A coleta de dados in loco, para que se possa ter certeza de que não existe erros nas leituras e que os dados são confiáveis, garantindo uma análise final correta com os dados obtidos utilizando as técnicas apresentadas nesse trabalho.

3.7 APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DA CRONOANÁLISE

Antes de tudo, é preciso realizar uma amostragem inicial dos ciclos para começar a aplicar os conceitos inerentes e técnicas a cronoanálise como a Equação 1 juntos com as Tabelas 1 e 2 respectivamente. Após validar o número de ciclos confiáveis, assim seguindo para a validação do tempo normal.

3.8 TEMPO PADRÃO E PROPOSTAS DE MELHORIAS

Com o tempo normal encontrado, aplica-se as tolerâncias e assim chega ao tempo padrão do processo e a partir daí entender e fomentar propostas de melhorias, como alteração de layout, redução de movimentos, análise de capacidade produtiva, necessidade de mão de obra entre outras coisas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E ESTADO ATUAL

O objetivo do estudo é demonstrar a execução da cronoanálise em uma indústria do vestuário com foco de produção voltado para lojas de varejo, no qual está situada em Fortaleza. A planta produz os produtos com maior valor agregado da organização, que são os produtos mais caros fabricados em viscose, jeans, sarja entre outras matérias-primas.

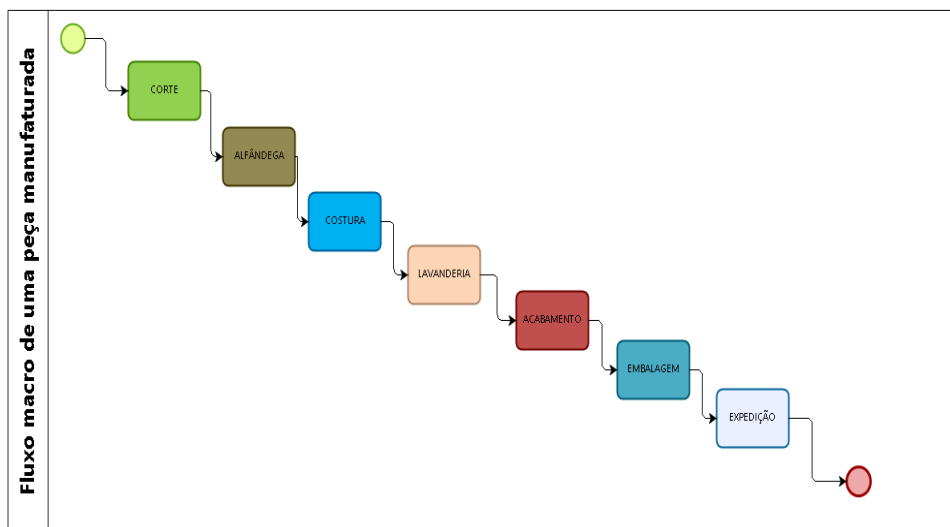
O setor de Costura/Produção da fábrica 2, é responsável pela manufatura de uma etapa das peças e tem como processo final a inspeção dos produtos. O setor tem uma meta diária de produção de 11.000 peças divididas entre suas células produtivas e a meta diária de auditorias é estabelecida de acordo com a meta de produção da fábrica 2, especificamente no setor de Costura/Produção onde o estudo foi elaborado. A auditoria de qualidade precisa garantir a inspeção de 10% da produção para evitar que defeitos de qualidade cheguem nos próximos estágios do processo produtivo. A fábrica 2 conta com duas auditoras com experiência em inspeção em vários tipos de produtos, onde as duas se dividem e fazem a inspeção após a primeira auditoria de controle de qualidade, assim liberando ou não os lotes para o estágio seguinte de produção.

Essa etapa utiliza o procedimento de NQA (Nível de Qualidade Aceitável), onde a inspeção de controle de qualidade é determinada pelo tamanho do lote, buscando aprovar ou não o lote baseado na quantidade de não conformidade

encontrada dentro da amostragem, sendo duas revisões antes da liberação do lote. A primeira revisão a auditora da qualidade recebe lotes de 15 peças para que possa realizar uma amostragem de 3 peças, se encontrado 1 defeito na amostra retirada, o lote é rejeitado e retorna ao setor produtivo para que possa ser avaliada e retrabalhadas as peças defeituosas. A segunda, a auditora da qualidade retiram sua amostra de 15 peças de um lote de 150 peças, se durante o processo de vistoria for encontrado 2 ou mais peças não conformes, o lote é rejeitado e retorna para o setor produtivo avaliar e retrabalhar novamente. A revisora responsável deve-se ter um olhar de cliente, baseado em 3 pilares de avaliação: visual, vestibilidade e durabilidade. O estudo tem a finalidade de analisar o processo de auditoria da fábrica 2, determinar um tempo padrão para as inspeções com lotes reprovados e aprovados, analisar a capacidade produtiva e a necessidade de mão de obra consegue atender ou não a meta estabelecida e depois disso propor melhorias para o processo.

O processo de costura, recebe dos setores anteriores os componentes para a fabricação das peças, depois disso as peças seguem uma sequência até chegar no setor final, conforme demonstrado na Imagem 6 do fluxograma macro de uma peça.

Imagem 6 – Fluxo macro de uma peça manufaturada.

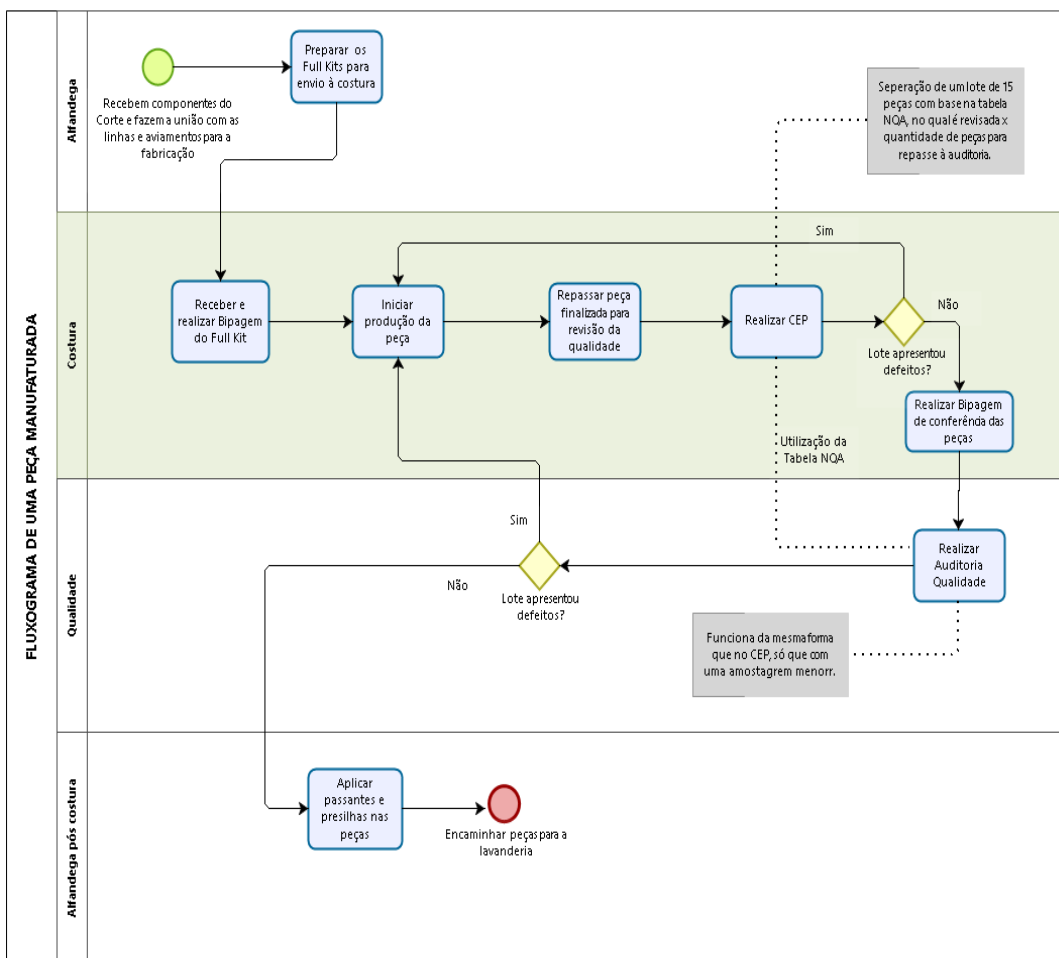


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Conforme o fluxo macro para confeccionar uma peça é preciso atravessar etapa por etapa até chegar no processo final.

Agora como demonstrado na Imagem 7, é preciso demonstrar como funciona o percurso de uma peça dentro de uma célula produtiva até chegar na etapa do estudo, que é o processo de auditoria de uma peça.

Imagem 7 - Fluxograma de uma peça manufacturada.



Fonte:

Elaborado pelo autor, 2022.

4.2 MAPEAMENTO DAS ATIVIDADES DA AUDITORA

Durante um determinado período foi realizando um acompanhamento diário com uma auditora com experiência em inspeção em vários tipos de produtos para entender o dia a dia e fazer observações que possam interferir na execução do trabalho ou gerar ideias para melhoria do processo.

Inicialmente ao chegar na célula produtiva, a auditora buscar os formulários do produto e verifica a quantidade de pacotes de peças para definir o percentual a ser auditado. Em seguida inicia a auditoria seguindo exatamente essa sequência de atividades (1. Abrir pacote – 2. Retirar as peças - 3. Revisar as peças - 4. Devolver

as peças - 5. Fechar pacote - 6. Descartar na tarimba de aprovação/reprovação) e ao finalizar essas etapas macros, emite um relatório do que foi evidenciado e atualiza o quadro de gestão visual da célula produtiva. Se houver reprovação é informado a líder de produção, sinalizando quais foram os defeitos com o selo de reprovação e a partir daí a líder terá que retrabalhar o lote reprovado até que a auditora consiga voltar e fazer outra auditora para liberar ou não o lote retido no setor.

4.3 CALCULAR O NÚMERO DE CICLOS

Para chegar no número de ciclos inicialmente foram feitas 10 leituras para um (N) de 60 leituras de tempos. Onde calculou-se a média e amplitude e por meio disso o número de ciclos a serem cronometrados (N) com um intervalo de confiança de 95% ($z = 1,96$), um erro relativo de 5% ($ER = 0,05$) e $D2 = 3,078$. As amplitudes e número de ciclos estão dispostos apenas em valores finais. Na imagem 8, segue-se os dados das medias cronometradas no processo produtivo do setor, considerando todo o processo de auditoria em vários tipos de produtos.

Imagem 8 - Leituras de auditorias em vários tipos de produtos.

Nº	A		B		C		D		E		F		G		H	
LEITURAS	BERMUDA ADULTO MASC SARJA		BERMUDA ADULTO MASC SARJA		CALÇA ADULTO FEM SARJA		CALÇA ADULTO MASC SARJA		CALÇA ADULTO MASC SARJA		SHORT FEM SARJA		SAIA JUVENIL FEM SARJA		CALÇA ADULTA FEM SOCIAL	
1	3	2,30	3	2,07	3	2,26	2	1,63	2	1,60	2	1,72	2	1,83	3	2,77
2	2	1,50	3	2,09	3	2,20	2	1,49	2	1,67	3	1,79	3	1,58	3	2,73
3	2	1,58	3	2,04	3	2,32	2	1,43	2	1,61	3	2,27	3	1,73	3	2,27
4	2	1,51	3	1,82	3	2,25	2	1,55	2	1,56	3	2,09	3	1,77	3	2,46
5	2	1,49	2	1,62	3	2,13	2	1,68	2	1,62	3	2,21	3	1,64	3	2,18
6	2	1,42	3	1,99	3	2,27	2	1,53	3	2,04	3	2,07	3	1,77	3	2,07
7	2	1,26	3	2,24	2	1,56	2	1,62	3	2,56			3	1,72	2	1,58
8	2	1,49	3	2,39	2	1,75	2	1,71	3	2,42						

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

As leituras foram feitas em diversos produtos a fim de entender qual a diferença de tempo entre eles, analisando a oportunidades de melhorias.

4.4 AVALIAÇÃO DO RITMO

O processo estudado não possui padrão de ritmo estabelecido determinado para as auditoras. Desse modo, o valor julgado pelo no estudo foi considerado como a velocidade normal durante a coleta dos dados. Então para chegar no resultado da avaliação do ritmo, utiliza-se os Quadros 1 e 2 como base para o cálculo considerando a fórmula (Habilidade Esforço) /2 para a velocidade do colaborador. Na Tabela 6 conforme mencionado falta um padrão. então foram usados Habilidade normal “D” 100% e Esforço Normal “D” 100% assim totalizando uma média de $100/2 = 100\%$

Tabela 6 – Tabela de avaliação de ritmo da auditora

Habilidade normal, D	100%
Esforço normal, D	100%
Total	$200/2 = 100\%$

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Então, o fator de ritmo usado para calcular foi 100%, levando em consideração o método observacional in loco do processo.

4.5 DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL E DAS TOLERÂNCIAS

O tempo normal das operações foi calculado levando em consideração a velocidade ou ritmo do colaborador em porcentagem que representa 100%, mencionado no subtópico anterior e a média dos tempos encontrado. A tabela 7 mostra o tempo total para realizar uma auditoria em cada produto, a soma de todos os valores e o tempo médio para executar uma auditoria com a visão de vários produtos.

Tabela 7 - Tempo totais para realização de uma auditoria por produto.

Tipo de produto	A	B	C	D	E	F	G	H
Tempo total	12,55	16,26	16,74	12,64	15,08	12,12	12,04	16,06
Soma total	113,5							
Média	14,2							

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Assim, para chegar no tempo normal, somou todas as leituras por produto apresentados na Tabela 7 e retirou-se uma média, equivalente a 14,2 minutos, onde multiplicando pelo ritmo da auditora demonstrando na tabela 5 no tópico, chegou-se $TN = TC \times FR = 14,2 \times 100\% = 14,2$ minutos ou 852 segundos para completar todo o processo de auditoria de controle da qualidade.

O cálculo para chegar no fator de tolerâncias levou-se em conta 14,2%. A Tabela 8 mostra o desdobramento do fator de tolerância com o percentual inerente ao fator pessoal e o de fadiga.

Tabela 8 - Valores do fator de tolerância.

Tolerância	Em (%)	Em minutos
Pessoal	5%	26,4 minutos
Fadiga	-	-
Monotonia	2%	10,6 minutos
Esforço físico médio	5,4%	28,5 minutos
Esforço mental médio	1,8 %	9,5 minutos
Condições Ambientais	0%	0 minutos
Total	14,2%	75 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A Equação 5 utilizada em auxílio com a Tabela 8, mostra como chegar ao valor de tolerância.

Equação 5 - Equação para cálculo de tolerância.

$$FT = 1 / (1 - p)$$

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

(5)

Onde: 14,2% de 528 minutos são: 75 minutos aplicando na fórmula.

$$P = 75/528 = 0,142$$

$$FT = 1/1-P$$

$$FT = 1 / (1 - 0,142) = 14,2\%$$

O valor pode variar de 1,142 para 1,203 caso em algum lote auditado seja evidenciado uma não conformidade.

4.6 CALCULAR O TEMPO PADRÃO

A Equação 6 é utilizada para validar o tempo padrão, onde o valor do tempo normal é multiplicado pelo fator de tolerância, como demonstrado na Equação 6.

Equação 6 - Equação para cálculo de tempo padrão

$$TP = TN \times FT$$

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022. (6)

Onde:

Tempo normal: 14,2 minutos

Fator de tolerância: 1,142 sem reprovação e 1,203 com reprovação no lote.

TP= TN x FT

TP= 14,2 x 1,142 TP= 16,20 minutos para realizar uma auditoria sem reprovação e

TP= 14,2 x 1,203 TP= 17,10 minutos, para realizar uma auditoria com reprovação no lote revisado.

4.7 NECESSIDADE DE MÃO DE OBRA

Através da determinação do tempo padrão, agora consegue-se calcular a necessidade de mão de obra com base nos requisitos da fábrica para auditoria.

Quadro 3 - Tempo do processo de auditoria.

FUNÇÃO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TEMPO CRONOMETRADO		TEMPO AUDITORIA
AUDITAR PACOTE DE PEÇAS	DESLOCAMENTO	0,59	1	0,08
	ANOTAR INFORMAÇÕES NO RELATÓRIO + VERIFICAR QTD. DE PACOTES	0,76	1	0,11
	AUDITAR PACOTES (MÉDIA DE AMOSTRAGEM 3 PEÇAS)	2,20	7	15,96
	REPROVAÇÕES (0,90)	0,90		0,00
	ANOTAR INFORMAÇÕES NO QUADRO	0,35	1	0,05
	TOTAL	4,80		16,20

COM REPROVAÇÃO				
FUNÇÃO	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TEMPO CRONOMETRADO		TEMPO AUDITORIA
AUDITAR PACOTE DE PEÇAS	DESLOCAMENTO	0,59	1	0,08
	ANOTAR INFORMAÇÕES NO RELATÓRIO + VERIFICAR QTD. DE PACOTES	0,76	1	0,11
	AUDITAR PACOTES (MÉDIA DE AMOSTRAGEM 3 PEÇAS)	2,20	7	15,96
	REPROVAÇÕES	0,90	1	0,90
	ANOTAR INFORMAÇÕES NO QUADRO	0,35	1	0,05
	TOTAL	4,80		17,10

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O Quadro 3 demonstra o tempo cronometrado para realizar a inspeção em uma única peça fabricada 4,88 e o tempo total para realizar um processo de auditoria sem 16,20 onde por meio disso conseguisse encontrar o número teórico de mão de obra dividindo o tempo total de auditoria pelo tempo de uma peça.

Onde:

$N = \text{Tempo total do ciclo} / \text{Tempo de um ciclo}$

$= 16,20 / 4,88 = 3,32$ auditoras arredondando para cima, temos a necessidade de 4 pessoas, dependendo da situação com reprovação a necessidade de mão de obra sobe para 3,51 auditoras.

4.8 PROPOSTA DE AÇÃO PARA MELHORIA

O setor conta com 2 auditoras que ficam sobrecarregadas no processo e não conseguem atender a meta estabelecida de 10% de inspeção nas 11.000 peças dia da fábrica 2, o estudo foi crucial para entender o real motivo disso e avaliar se a capacidade produtiva das duas estava alinhada com a meta produtiva da fábrica, conforme demonstrado na Tabela 9.

Tabela 9 - Impacto no atingimento da meta.

Carga horária (min)	512 minutos
Tempo padrão de uma auditoria (min)	16,20 minutos
Capacidade produtiva lote/dia (1 MDO)	32 lotes
-	-
Capacidade para 2 auditora (1,6 MDO)	51 Lotes
Meta	11.000 peças
Quantidade de peças no lote	15 peças
Quantidade de peças (51 lotes)	768 peças
Quantidade de peças meta 10%	1100 peças
Atingimento da meta de inspeção	6,98%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A Tabela 9 valida a importância de elaborar um estudo de tempos e métodos, pois sem ele não saberíamos o porquê de tantas peças paradas nas células esperando a auditoria aguardando a liberação para o próximo estágio de produção.

Após toda análise chega-se à conclusão que o setor necessita de 3,32 pessoas ou 4 pessoas para cobrir lotes com reprovações e realizar as auditorias de

peças fábrica 2, atingindo a meta de 10% alinhado a meta de produção da fábrica de 11.000 peças, sendo para cada pacote auditado com o tempo padrão de 4,88 (amostra de 3 peças) e para cada auditoria o tempo padrão de 16,20. Se caso houver reprovações se acrescenta o tempo de 0,90 aumentando o tempo para 17,10 minutos. As Tabela 10 e 11, mostram um comparativo da necessidade de ser colocado mais 2 pessoas para trabalhar no processo de auditoria para o atingimento da meta de 10% de inspeção em relação a Tabela 9 onde a quantidade total de peças atingia apenas 6,98% das peças fabricadas.

Tabela 10 - Impacto na meta com lotes aprovados.

Carga horária (min)	512 minutos
Auditoria sem reprovação (min)	16,20 minutos
Capacidade produtiva lote/dia (1 MDO)	32 lotes
-	-
Capacidade para 4 auditora (3,32 MDO)	106 Lotes
Meta	11.000 peças
Quantidade de peças no lote	15 peças
Quantidade de peças (106 lotes)	1.584 peças
Quantidade de peças meta 10%	1.100 peças
Atingimento da meta de inspeção	14,49%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Tabela 11 - Impacto na meta com lote reprovados.

Carga horária (min)	512 minutos
Auditoria com reprovação (min)	17,20 minutos
Capacidade produtiva lote/dia (1 MDO)	30 lotes
-	-
Capacidade para 4 auditora (3,32 MDO)	99 Lotes
Meta	11.000 peças
Quantidade de peças no lote	15 peças
Quantidade de peças (99 lotes)	1.491 peças
Quantidade de peças meta 10%	1.100 peças
Atingimento da meta de inspeção	13,56%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Então agora podemos entender que a quantidade de pessoas que tínhamos disponível para trabalhar no processo era insuficiente e por meio do estudo foi visto que precisamos adicionar 2 pessoas para alinhar a meta de auditoria a meta de produção da fábrica 2 de 11.000 peças.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com todo esse estudo, agora podemos avaliar a possibilidade de ser colocado mais 2 pessoas para trabalhar no processo de auditoria, já que vimos que a nossa mão de obra disponível não é suficiente e que precisamos garantir os 10% de inspeções nas peças 11.000 peças diárias da fábrica, saindo da capacidade atual de 768 peças com 2 auditoras para uma média de 1.538 entre peças aprovadas e reprovadas apresentado nas Tabelas 9,10 e 11 assim ultrapassando a meta de 10% estabelecida para o processo de revisão.

Então podemos concluir que o objetivo do trabalho foi concluído, pois através das técnicas da cronoanálise conseguimos chegar ao tempo padrão do processo, descobrir se a mão de obra disponível era suficiente, analisar se a capacidade produtiva de inspeção estava ou não alinhada com a meta de produção da fábrica e por meio disso propor melhorias para deixar o processo mais eficiente, reduzindo as ineficiências, como o acúmulo de peças paradas nos setores, aumento de lead time dos produtos e outros problemas evidenciados já citados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

COSTA JÚNIOR, Eudes Luiz. **Gestão em processos produtivos**. Curitiba: Ibpex, 2008.

FELLIPE, Adélia Denísia; CUSTODIO, Maycon Roger; DOLZAN, Neseli; TEIXEIRA, Edson Sidnei Maciel. **Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGET, IX., 2012, Resende, Rio de Janeiro, SEGET, 2012.

INFO ESCOLA. **Administração Científica**. Disponível em:

https://www.infoescola.com/administracao_/administracao-cientifica/. Acesso em: 25 abr. 2022.

MIRANDA, Douglas. **Cronoanálise e o Lean Manufacturing**. Artigonal diretório de artigos gratuitos. 2009. Disponível em: <http://www.artigonal.com/ciencias-artigos/cronoanalise-e-olean-manufacturing-897751.html> Acesso em 15 de out. de 2020

NOVIDÁ. **Cronoanálise: o estudo de tempos e movimentos**. Disponível em: <https://www.novida.com.br/blog/cronoanalise/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

NOVIDÁ. **Taylorismo: Características e aplicações em nossa atualidade**.

Disponível em: <http://www.novida.com.br/blog/taylorismo/>. Acesso em: 24 abr. 2022.

PEINADO, J.; GRAEML, A.R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

ROSSO, Leandro Luís. **Utilização da cronoanálise para propor melhorias no processo do carregamento de máquinas agrícolas**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - FAHOR -

FACULDADE HORIZONTAL, [S. l.], 2015. Disponível em: https://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Producao/2015/Leandro_Luis_Rosso.pdf. Acesso em: 27 abr. 2022.

SILVA, A.V.; COIMBRA, R.R.C. **Manual de tempos e métodos**. São Paulo: Hemus, 1980.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Trad. Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fabio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2ª ed. Atlas. São Paulo, 2002.

SUGAI, M. **Avaliação do uso do MTM (methods time measurement) em uma Empresa de Metalmeccânica**. 2003. Dissertação (Mestrado. Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**, 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SELEME, Robson. **Métodos e tempos: racionalizando a produção de bens e serviços**. Curitiba: Ibpex, 2009.

TAYLOR, Frederick Winslow. **Princípios de Administração Científica**. São Paulo: Atlas, 7ª edição, 1970.



ISBN 978-655825155-2

