

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – CPTL

THAÍS MARQUES NEVES

Redução de paradas não planejadas em uma máquina termoformadora: um estudo de caso em
uma empresa de embalagens plásticas.

TRÊS LAGOAS, MS

2023

RESUMO

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso em uma empresa fabricante de embalagens plásticas objetivando a redução do tempo de paradas não planejadas em uma máquina termoformadora. Este estudo abrange a utilização de algumas ferramentas da qualidade e melhoria de processo, sendo elas: Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, *Brainstorming*, Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa) e 5W2H. Essas ferramentas permitiram uma análise mais eficaz, de modo a encontrar as causas das paradas não programadas na termoformadora em estudo. Após a identificação das causas, foi possível estabelecer um plano de ação por meio do método 5W2H, com o intuito de propor soluções para a redução de paradas não planejadas. Esse plano de ação abrangeu atividades relacionadas ao treinamento dos operadores e mantenedores, integração entre o setor de suprimento e almoxarifado, investimentos em peças de qualidade e futura implantação do TPM. Com isso foi possível estimar uma redução de 48% das quebras e apontar alguns benefícios, como diminuição das paradas não planejadas, aumento da produtividade, manutenções mais assertivas, redução de mão de obra ociosa e ganhos de faturamento.

Palavras-chave: Ferramentas da qualidade; melhoria de processo; paradas não planejadas.

ABSTRACT

In this research, a case study was carried out in a plastic packaging manufacturing company aiming to reduce the time of unplanned outages in a thermoforming machine. This study covers the use of some quality and process improvement tools, including the Check Sheet, Pareto Diagram, Brainstorming, Cause and Effect Diagram (Ishikawa) and 5W2H. These tools allowed for a more effective analysis, in order to find the causes of unscheduled outages in the thermoforming machine under study. After identifying the causes, it was possible to establish an action plan using the 5W2H method, with the aim of proposing solutions to reduce unplanned outages. This action plan covered activities related to training operators and maintainers, integration between the supply and warehouse sectors, investments in quality parts and future implementation of TPM. It made possible to estimate a 48% reduction in breakdowns and point out some benefits, such as a reduction in unplanned stops, increased productivity, more assertive maintenance, reduction of idle labor and revenue gains.

Keywords: Quality tools; process improvement; unplanned outages.

1 INTRODUÇÃO

A redução de horas de máquina parada em um processo produtivo é um objetivo a ser alcançado em qualquer indústria. Isso porque com o aumento da competitividade e a necessidade de se reduzir desperdícios, as empresas se encontram na obrigação de melhorar suas atividades, uma vez que ao reduzir perdas no processo torna possível alcançar ganhos na produção, aumentar a produtividade e, junto a isso, impulsionar a lucratividade da empresa.

Para isso, destaca-se a Gestão por Processos, que desempenha um papel essencial na prevenção e no gerenciamento de paradas na produção, o que permite analisar detalhadamente os processos produtivos. Assim, as indústrias podem identificar pontos de melhoria e traçar estratégias para evitar paradas não planejadas. De acordo Paim *et al* (2009), quando ocorre uma parada inesperada, a gestão de processos permite identificar a causa raiz, minimizar o tempo de inatividade e implementar soluções eficazes.

Neste contexto, observa-se ainda que a parada de máquina não planejada dentro de um processo produtivo pode desencadear uma série de problemas, a citar: interrupção no fluxo de produção, atrasos, gargalos¹ na produção, falta de estoque, baixa produtividade, prazos de entregas não cumpridos e insatisfação dos clientes. Além disso, a paralisação da linha de produção leva ao aumento dos custos adicionais com tempo ocioso e mão-de-obra não utilizada. Segundo Antunes (2008), esses custos não adicionam valor ao produto e, portanto, devem ser eliminados do processo produtivo.

Diante disso, apresenta-se o objetivo desta pesquisa que é realizar um estudo para a redução de paradas não planejadas em uma máquina termoformadora em uma indústria de embalagens plásticas. Neste ponto, destaca-se que as máquinas de termoformagem estão inseridas em linhas de produção, assim, qualquer interrupção afeta o fluxo em toda linha, acarretando em perdas na produção decorrentes do tempo de parada, além de desperdícios de embalagens a cada reinício de máquina e atrasos de pedidos.

Para a condução dessa pesquisa serão utilizadas ferramentas da qualidade, as quais permitirão identificar os principais problemas relacionados aos tempos de parada da máquina em questão. Com base nisso, serão desenvolvidas propostas para minimizar esses problemas, as quais serão orientadas por meio do 5W2H.

¹ Gargalo: é um ponto ou fase do processo que limita a capacidade total da produção, causando atrasos e redução da eficiência da produção.

A estruturação da presente pesquisa foi ordenada em seis seções. A primeira, a introdução, refere-se a seção atual, possui como propósito introduzir o assunto que será abordado ao longo da pesquisa; o segundo é o referencial teórico em que serão apresentados todos os conceitos necessários para estruturação da pesquisa; o terceiro é o método aplicado em que serão apresentadas as etapas metodológicas do estudo; o quarto é a análise de resultados, onde os dados serão apresentados e interpretados; na quinta seção serão apresentados os benefícios esperados da implantação do plano de ação; por fim, as considerações finais do estudo realizado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO POR PROCESSOS

Segundo Oliveira e Grohmann (2016, p.59), “a Gestão por Processos traz a perspectiva das organizações como um conjunto de processos internos e externos que devem ser compreendidos e mapeados de acordo com as atividades que proporcionarão maior valor agregado à organização e aos produtos/serviços oferecidos”.

A fim de melhor compreender a gestão por processo, torna-se essencial conceituar processo. Processos é definidor por Campos (2014), como um conjunto de atividades ordenadas de maneira lógica com o intuito de alcançar um objetivo que traga excelentes resultados. Esse conjunto de atividades é entendida como um fluxo de trabalho, onde ocorrem os inputs e outputs muito bem definidos, visando agregar valor para o cliente (GONÇALVES, 2000). Gerenciar os processos de uma empresa permite analisar de forma detalhada todo o fluxo de processos promovendo a geração de conhecimentos e melhoria das operações (PAIM *et al.*, 2009). Dessa forma, a gestão por processos é uma metodologia fundamentada na melhoria dos processos de forma contínua (CAMPOS, 2014).

De acordo com Paim *et al* (2009), melhorar um processo dentro de uma organização é uma medida fundamental para que as organizações possam adaptar-se às mudanças frequentes que ocorrem em seu ambiente de atuação e manter o sistema produtivo competitivo. Além disso, a gestão por processos oferece uma estrutura metodológica que permite analisar detalhadamente os processos produtivos, ajudando na rápida identificação dos problemas, dessa forma, ocorre então a redução do tempo de implementação das soluções necessárias, o que permite diminuir o tempo de máquina parada e possíveis custos (PAIM *et al.*, 2009). Portanto, a gestão por

processos auxilia na rápida resolução de problemas que causam paradas não planejadas na linha de produção.

2.1.1 Motivos que levam a produção parada

Segundo Antunes (2008), a interrupção de uma linha de produção acarreta em perdas financeiras e atrasos nas entregas. Além disso, paradas não planejadas criam gargalos na produção, desperdícios de material a cada reinício de máquina, estoques insuficientes, baixa produtividade e insatisfação dos clientes, esses problemas geram custos e não agregam valor ao cliente.

Dessa forma, os principais motivos que levam a produção parada são: quebras em máquinas, tempos de *setup*, períodos de ociosidade devido à falta de insumos, espera pelo material da etapa anterior, disponibilidade de operadores, além de interrupções causadas por fatores externos, como falta de demanda, problemas com energia ou água e testes.

2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Segundo Maiczuk e Andrade Júnior (2013), as ferramentas da qualidade desempenham um papel fundamental nas organizações, pois apresentam capacidade de identificação e eliminação das causas dos problemas, por meio de técnicas específicas e representações gráficas que possibilitam a obtenção de resultados otimizados, auxiliando na redução de perdas, paradas não planejadas e aumento da produtividade.

Na busca pela melhoria dos processos, faz-se o uso de ferramentas da qualidade com o propósito de embasar as decisões em dados concretos, estabelecendo suas causas e sugerindo possíveis soluções (MAIA, 2017).

Portanto, nesta seção são apresentados os conceitos fundamentais das ferramentas da qualidade usadas na elaboração da pesquisa. As ferramentas escolhidas são: folha de verificação, que é um método de apresentar e visualizar os dados; o Diagrama de Pareto, cuja finalidade é identificar a causa de maior impacto num determinado problema; *Brainstorming*, conhecido como tempestade de ideias, auxiliando na geração de ideias ou sugestões de soluções para problemas em geral; Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), que tem como objetivo identificar as causas raízes; 5W2H, que visa propor melhorias e soluções para as causas do principal problema encontrado (PEINADO e GRAEML, 2007; SILVA *et al.*, 2013).

2.2.1 Folha de Verificação

A folha de verificação é a ferramenta mais simples para realizar a análise e coleta de dados, com ela se torna possível observar e quantificar a periodicidade com que determinados problemas ocorrem em um dado período de tempo (MARTINELLI, 2009).

Definido o objetivo ao qual será destinado a aplicação da folha de verificação, é possível obter dados confiáveis e concretos, possibilitando observar as problemáticas mais frequentes em um determinado processo e implementando medidas corretivas direcionadas às suas causas (SOUSA *et al.*, 2021).

2.2.2 Gráfico de Pareto

O Gráfico de Pareto é uma ferramenta de representação gráfica, que busca identificar e classificar os problemas de maior importância. Segundo Slack (2002), é possível utilizar o Diagrama de Pareto em qualquer melhoria de processo, permitindo classificar os problemas ou a causa dos problemas por ordem de importância, ou frequência em que se ocorre.

De acordo com Carpinetti (2012), o princípio de Pareto declara que algumas das poucas causas, entre todas, são responsáveis pelos problemas existentes. Então, ao identificar as causas primordiais de um problema, será possível solucionar a maioria das perdas por meio de um número reduzido de ações.

Carvalho *et al.* (2022), afirma que o problema com maior importância ou frequência deve ser o primeiro a ser solucionado, posteriormente, o segundo torna-se o mais importante. Assim, as organizações alocam seus recursos e esforços de maneira mais apropriada e orientada para a melhoria de seus processos.

2.2.3 Brainstorming

O *Brainstorming* ou também conhecido como “tempestade de ideias”, consiste na geração espontânea de ideias ou sugestões de soluções em potencial que possibilitem melhorias nos processos. É um processo desenvolvido em grupo que possui como objetivo gerar o máximo de ideias através do conhecimento dos participantes, sem que ocorra críticas e em um menor tempo possível (OLIVEIRA, 2014).

2.2.4 Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)

O diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe, devido ao seu formato, é uma ferramenta visual que visa auxiliar, de forma simples, nas análises em busca da causa raiz de um problema específico. Na concepção de Carpinetti (2012), o diagrama foi desenvolvido com o intuito de ilustrar as várias causas que levam ao surgimento de um determinado problema, atuando, dessa forma, como um guia capaz de identificar a causa raiz e posteriormente determinar as soluções que serão adotadas.

Segundo Machado (2012), as causas de um problema devem ser elencadas e alocadas no diagrama de acordo com o conceito dos 6M's, sendo decorrentes de falhas em materiais, métodos, mão de obra, máquinas, meio ambiente e medidas.

2.2.5 5W2H

De acordo com Barros *et al.* (2017), a ferramenta 5W2H visa a formulação de um plano de ação para implementação de soluções. Esse plano consiste em responder a sete perguntas básicas, sendo: What (o quê?); Why (por quê?); When (quando?); Where (onde?); Who (quem?); How (como?); How Much (quanto custa?).

Ballestero-Alvarez (2019), afirma que com essa técnica é possível abranger todas as variáveis que constituem um plano de ação. Cada planejamento possui suas particularidades, então não existem respostas prontas e nem regras fixas para o uso da ferramenta.

3 MÉTODO APLICADO

A pesquisa científica é definida como a aplicação prática de metodologias que são utilizadas por um pesquisador com o propósito de conduzir um estudo que contribuirá para o avanço do conhecimento teórico ou prático.

A pesquisa científica é caracterizada por quatro critérios, são eles: propósito da pesquisa, natureza dos resultados, abordagem adotada e os procedimentos técnicos utilizados (GIL, 2019).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo possui propósito de pesquisa exploratória, uma vez que foi realizada a fim de analisar os efeitos que a aplicação das ferramentas da qualidade podem oferecer. O artigo possui natureza aplicada, pois busca criar um conhecimento orientado para a

realização prática, voltado a soluções de problemas específicos e de interesses locais (FLICK, 2013).

Se tratando da abordagem, o artigo possui uma abordagem de caráter qualitativo, concentrando-se em análises de uma situação que não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas (SILVA; MENEZES, 2001).

Para o método da elaboração do artigo optou-se pelo estudo de caso, que de acordo com Gil (2019), é uma modalidade de pesquisa que investiga um fenômeno dentro de seu contexto atual, onde as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente estabelecidas e nas quais diversas fontes de evidência são empregadas. Sendo assim, o artigo apresenta um estudo de caso, o qual possui como objetivo principal reduzir paradas não planejadas em uma máquina termofomadora, uma vez que paradas inesperadas são um fenômeno real e para sua resolução é necessário a interpretação do seu contexto.

3.2 PROCEDIMENTOS

3.2.1 Planejamento do Estudo de Caso

Um estudo de caso divide a etapa de planejamento em três momentos: validação, tipo e número. No presente artigo, analisa-se uma validação interna, gerando um conhecimento relevante para a empresa estudada. No que refere-se a abordagem, o estudo de caso em questão adotará uma abordagem do tipo transversal, centrada no estudo do passado. Já em relação ao número, a pesquisa é classificada como único, sem generalização analítica (FLICK, 2013).

3.2.2 Instrumento de Coleta de Dados

No que refere-se aos instrumentos de coleta de dados, o trabalho utilizou-se de análise documental, visto que a empresa estudada utiliza-se de um sistema chamado Sysprod, ferramenta essa que recebe dados de apontamentos de produção e, entrevistas semiestruturadas, que foram conduzidas por meio de um questionário (Apêndice A) de modelo dicotômico (questões com duas respostas possíveis) útil para coletar informações de forma rápida e direta. A entrevista teve como principal objetivo auxiliar na elaboração das propostas apresentadas no 5W2H e benefícios esperados da implantação do plano de ação.

3.2.3 Coleta de Dados

Após a escolha do instrumento de coleta de dados foi realizado um levantamento do histórico de apontamentos de produção no sistema Sysprod, com o objetivo de analisar as principais causas de paradas não planejadas na termoformadora em questão. Essa ferramenta recebe todos os dados dos apontamentos de produção feitos pelos operadores do setor. O período considerado para a coleta de dados foi de maio a setembro de 2023.

3.2.4 Análise de Resultados

Após obtidos os dados, a análise consistiu na realização do Gráfico de Pareto em que foi possível organizar os principais motivos das paradas de produção, destacando o motivo mais crítico. Em seguida, foi realizado um *brainstorming* com o intuito de identificar as possíveis causas do motivo e, posteriormente, construir o Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), alocando as causas discutidas de acordo com os 6M's que constitui a ferramenta.

Por fim, foi indispensável a criação de um plano de ação, empregou-se a ferramenta 5W2H com o objetivo de propor ações corretivas para as principais causas do motivo mais crítico que leva a paradas não planejadas.

Os resultados obtidos por meio da utilização das ferramentas da qualidade descritas acima serão apresentados a partir de uma narrativa das informações coletadas e, por meio da ferramenta 5W2H, serão apresentadas propostas de melhoria.

4 ANÁLISE DE DADOS

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DOS PROCESSOS

A organização que serviu como cenário de estudo é uma multinacional especializada no desenvolvimento de embalagens para os seguimentos de alimentos, bebidas, produtos farmacêuticos, domésticos e outros. A empresa opera em mais de 43 países e com aproximadamente 44 mil colaboradores em todo o mundo. A unidade de Três Lagoas - MS é a maior unidade de termoformados rígidos da América Latina, com mais de 400 colaboradores. A empresa opera de segunda a sábado, 24 horas por dia, sendo três turnos de 8 horas cada, possuindo um faturamento médio anual de 240 milhões de reais. A unidade produz embalagens dos mais variados produtos, desde margarinas, iogurtes, bebidas e sorvete.

Os processos para a fabricação de termoformados rígidos são: extrusão, termoformagem e decoração (impressão, sleeve e etiquetagem). No presente artigo será abordado apenas o processo de extrusão e termoformagem, a considerar a abertura da empresa frente a essa pesquisa.

Segundo Callister (2011), o processo de extrusão consiste na modelagem de um material termoplástico viscoso através de uma matriz com extremidade aberta. O processo inicia-se com a preparação do material, o qual é transportado por meio de uma câmara, onde é constantemente compactado, fundido e transformado em um fluido viscoso. Em seguida, inicia-se a solidificação do material extrudado por meio de sopradores de ar. Após a passagem pela matriz, o material passa pelas calandras, que tem como função definir a espessura da chapa, além de ajudar no resfriamento do material, dando-lhe a forma plana e contínua desejada. A chapa é então enrolada e transformada em uma bobina, que será utilizada posteriormente na termoformagem (HANNAY, 2002).

A termoformagem é o processo pelo qual a chapa feita no processo de extrusão é submetida a altas temperaturas sendo moldado de forma a permanecer nesse estado após o resfriamento (ROCHA; SERTA, 2012). De acordo com Engelmann (2012), esse processo consiste em quatro etapas, a seguir:

A primeira etapa é o aquecimento da chapa, para que seja possível a transformação do material;

A segunda etapa é a formação, onde ocorre a formação do produto através do molde (plug) com a forma do produto desejado;

A terceira etapa é o resfriamento, onde o molde é resfriado para a estabilização do plástico, preparando-o para separação do produto da grelha.

Quarta fase é a extração, quando o produto é finalmente retirado do molde, completamente estabilizado, através de um sistema mecânico (expulsor) que leva o material direto para o empilhador.

Após esses dois processos, o produto semiacabado vai para o processo de decoração, que pode ser de três tipos: Impressão, Sleeve e Etiquetagem.

4.2 ANÁLISE DO PROCESSO E DIAGNÓSTICO

Diante da necessidade da empresa em minimizar as horas de máquina parada, a termoformadora em questão foi escolhida como foco da pesquisa. Portanto, com o objetivo de identificar as possíveis causas de paradas não planejadas na máquina em estudo, foi realizado um relatório de tempos de produção no *software* Sysprod. Esse relatório permitiu que fosse verificado todo o início e fim do processo de produção, bem como as frequências das paradas não planejadas que ocorreram durante o período analisado. Os dados levantados e apresentados na folha de verificação foram normalizados através do cálculo da média dos tempos de apontamento entre os meses estudados, sendo ordenadas da maior para a menor frequência conforme Tabela 1.

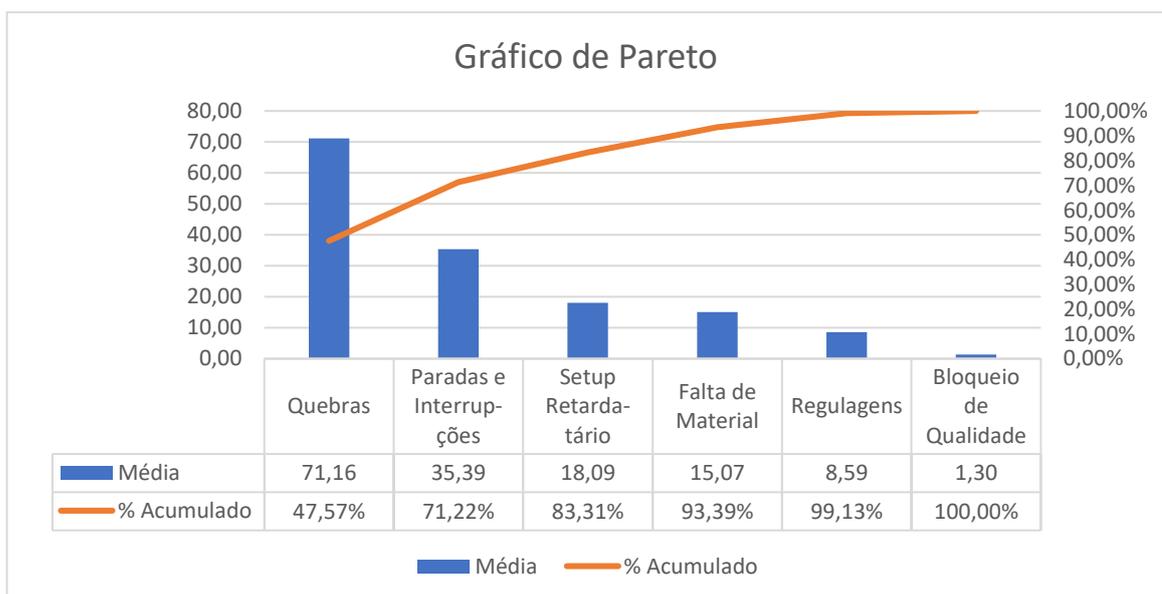
Tabela 1 – Folha de Verificação: média dos tempos de paradas não planejadas entre os meses estudados.

Motivos de Paradas de Máquina	Tempo em Horas	% Acumulada
Quebras	71,16	47,57%
Paradas e Interrupções	35,39	71,22%
Setup Retardatário	18,09	83,31%
Falta de Material	15,07	93,39%
Regulagens	8,59	99,13%
Bloqueio de Qualidade	1,30	100,00%

Fonte: Autor (2023).

Após a classificação foi possível estruturar o Diagrama de Pareto conforme a Figura 1, sendo identificados a ocorrência de quebras 47,57%, paradas e interrupções 23,65%, e setup retardatário 12,09%, como sendo responsáveis por 83,31% do tempo de parada.

Figura 1 – Análise das ocorrências por meio do Diagrama de Pareto



Fonte: Autor (2023)

Na categoria Máquina, foi identificado a depreciação da máquina, visto que a máquina em estudo já possui um tempo de uso, podendo quebrar com mais facilidade, além da falta de uma manutenção planejada eficiente.

Por fim, nota-se que os grupos Métodos, Meio-Ambiente e Medidas não foram preenchidos, isso porque em Métodos não foi identificado problemas devido a metodologia de trabalho, em Meio-Ambiente não há nada que esteja influenciando as quebras, como calor, falta de espaço e *layout*, em Medidas não foram encontradas causas que envolvesse os instrumentos de medida.

4.3 PROPOSTA DE MELHORIA

Com base nas etapas anteriores, foi possível identificar o maior problema de paradas não planejadas na termoformadora em estudo e suas principais causas raízes. A partir disso, foram realizadas entrevistas (Apêndice A) com o objetivo de contribuir para a elaboração de um plano de ação utilizando a metodologia 5W2H, apresentado no Quadro 1, em que para cada causa foi sugerido uma ação. Os custos foram levantados a partir de uma cotação realizada pelo setor de RH (treinamentos) e suprimentos (inserção do módulo no sistema ERP e compra de peças de fornecedores certificados).

Quadro 1: Aplicação da metodologia 5W2H (continua)

PLANO DE AÇÃO 5W2H						
O que?	Como?	Quem?	Quando?	Onde?	Por que?	Quanto?
Capacitação dos operadores para utilização da máquina	Será feito uma capacitação sobre o manuseio do equipamento para os funcionários que operam essa máquina, com o intuito de garantir que os colaboradores obtenham habilidades e conhecimentos necessários para realizar sua função. Além disso, será elaborado um ficha de instrução de trabalho com todos os passos necessários para operar o maquinário	Supervisor da termoformagem e RH	Dez/2023	Setor de termoformagem	Para diminuir paradas não planejadas devido ao mau uso da máquina	Em média R\$6.800,00 Demanda de tempo de 12 horas (por treinamento)

Quadro 1: Aplicação da metodologia 5W2H (continuação)

PLANO DE AÇÃO 5W2H						
O que?	Como?	Quem?	Quando?	Onde?	Por que?	Quanto?
Treinamento técnico dos mantenedores	Aplicação de um treinamento técnico para os mantenedores da empresa. Esse treinamento será feito pelo fabricante da máquina e será abordado assuntos relacionados a manutenção mecânica e elétrica da máquina em questão	Supervisor de manutenção e RH	Dez/2023	Setor de termofor-magem	Para diagnosticar mais rapidamente os problemas e com maior precisão	Em média R\$20.000,00 Demanda de tempo de 30 horas (por treinamento)
Planejamento de compra de peças para o almoxarifado	Inserção de um módulo no sistema BAAN (ERP) que atue de forma a integrar o setor de suprimentos com o almoxarifado. Dessa forma, o almoxarifado terá uma visão aprimorada de seus estoques e da rotatividade dos produtos, facilitando a tomada de decisões tanto para o setor de suprimentos, que ficará responsável pelas compras, quanto para o almoxarifado, que monitorará de forma mais eficiente suas operações.	Setor de TI, suprimentos e almoxarifado	Dez/2023 a Maio/2024	Setor de termofor-magem	Para diminuir o tempo de manutenção da máquina devido à falta de peças no almoxarifado	Em média R\$30.000,00 Demanda de 1248 horas (no período de seis meses)
Investimento em peças de qualidade	Compra de peças de fornecedores certificados que garantam itens de qualidade	Setor de suprimentos	Dez/2023 a Maio/2024	Setor de termofor-magem	Com a compra de peças de qualidade haverá a redução de manutenções, com isso os custos de aquisições de novas peças diminuirá	Investimento de R\$80.000,00 (no período de seis meses)

Quadro 1: Aplicação da metodologia 5W2H (conclusão)

PLANO DE AÇÃO 5W2H						
O que?	Como?	Quem?	Quando?	Onde?	Por que?	Quanto?
Prolongar a vida útil da máquina	Proposta de implantação futura da Manutenção Produtiva Total (<i>TPM</i> ²), seguindo as 4 fases da metodologia.	Supervisor de manutenção	Dez/2023 a Maio/2024	Setor de termoformagem	Para evitar desgastes excessivo e quebras frequentes	Custo não mensurável

Fonte: Autor (2023)

Após a elaboração do plano de ação apresentado no Quadro 1, foi possível identificar as ações que necessitam ser executadas para a redução das quebras e consequentemente das paradas não planejadas.

A primeira ação diz respeito a capacitação dos operadores, visto que ocorre uma grande rotatividade. Essa ação possui como propósito ensiná-los a operar a máquina da maneira mais adequada possível, reduzindo dessa forma a causa de quebras devido ao mau uso do equipamento. O custo médio do treinamento será de R\$6.800,00, o valor inclui a duração, custo de máquina parada, alimentação e locomoção do profissional que fará a capacitação. O treinamento proposto terá duração de 12 horas, sendo de quatro horas por turno. Como apresentado na seção 4.1, tem-se que o faturamento médio anual da empresa é de 240 milhões de reais por ano, portanto a ação em questão representará 0,03% deste valor.

A segunda ação consiste na aplicação de um treinamento técnico aos mantenedores que deverá ser executado pelo fabricante da máquina. Essa prática busca proporcionar um maior conhecimento para os mantenedores em relação a máquina (parte elétrica e mecânica) e aperfeiçoar suas habilidades já existentes. Desse modo, espera-se tornar possível os diagnósticos dos problemas de quebra mais rapidamente e com maior precisão. O custo do treinamento será em torno de R\$20.000,00, levando em consideração a duração, locomoção, hospedagem e alimentação do fabricante. O treinamento irá perdurar por cinco dias, sendo duas horas diárias por turno e o seu valor corresponderá a 0,01% do faturamento médio anual da empresa.

² TPM: A Manutenção Produtiva Total (*TPM*) é uma abordagem de gestão focada na otimização do desempenho dos equipamentos industriais, que visa maximizar a eficiência dos ativos, reduzir paradas não planejadas e integrar práticas de manutenção preventiva na organização.

A terceira ação visa integrar o setor de suprimentos com o almoxarifado, incorporando um novo módulo no sistema Baan (ERP) já em uso pela empresa. A ação tem como finalidade trazer maior confiabilidade no planejamento de aquisições de peças para o almoxarifado, assegurando o abastecimento dos itens essenciais e evitando que as máquinas fiquem paradas por muito tempo aguardando peças. Essa ação resolverá a causa de falta de peças para reposição e terá uma duração de seis meses, sendo três meses para a criação e inserção do módulo pela empresa prestadora de serviços e três meses para a alimentação do sistema com as informações fundamentais, que será realizado pelos próprios funcionários da empresa em estudo. O custo dessa ação pode girar em torno de R\$ 30.000,00, correspondendo a 0,01% do faturamento médio anual da empresa.

A quarta ação envolve a aquisição de peças provenientes de fornecedores certificados que fabriquem produtos de qualidade, visto que possuem uma maior durabilidade e evitam danos às máquinas. Atualmente, a empresa mantém relações com aproximadamente 400 fornecedores de peças, dos quais aproximadamente 23% não possuem certificação. Diante disso, torna-se fundamental a busca por novos fornecedores certificados. Como existem uma grande variedade de produtos, a implementação completa dessa ação demandará um período de tempo de seis meses, com um investimento total de R\$80.000,00 em peças de qualidade, que corresponderá a 0,03% do faturamento médio anual da empresa.

Por fim, a ação da implantação futura da Manutenção Produtiva Total (TPM), que tem como objetivo garantir o pleno funcionamento das máquinas em um processo produtivo. Um dos pilares do TPM é a manutenção planejada, que se divide em preventiva e preditiva, e será bem importante para resolver a causa de depreciação das máquinas, visto que manutenções planejadas são essenciais para prolongar a vida útil das máquinas, pois evitam desgastes excessivos e quebras frequentes, melhorando sua performance e reduzindo paradas não planejadas. A implantação do TPM tem uma duração média de seis meses, a consolidação pode levar de 2 a 3 anos. O custo da implantação do TPM foi considerado imensurável, pois é necessário uma análise mais complexa.

5 BENEFÍCIOS ESPERADOS DA IMPLANTAÇÃO

Com a aplicação do plano de ação espera-se uma melhoria do processo e uma redução dos custos com máquina parada. Considerando que a média de tempo de máquina parada no processo produtivo da termoformadora em questão foi de 149,61 horas, sendo 71,16 horas decorrentes de quebras e a taxa máquina da termoformadora de R\$418,47/h, em um mês

a empresa tem uma perda de R\$29.778,32, em um ano esse valor é de R\$357.339,90. Teoricamente, com a aplicação do plano de ação, estima-se uma redução de aproximadamente 48% do problema de quebras. Dessa forma, a redução média, em horas, para cada um dos meses seria de 34,16 horas, considerando a taxa máquina, o ganho mensal seria de R\$14.294,93, totalizando em um ano um ganho de R\$171.539,22. Considerando a aplicação do TPM, espera-se reduzir ainda mais o tempo de máquina parada por quebra, no entanto, por se tratar de um estudo futuro, não foi possível quantificar na pesquisa atual.

Além disso, outros benefícios podem ser provenientes da aplicação do plano de ação como, aumento da produtividade, pois quanto menos paradas não planejadas houver, mais tempo em operação a termoformadora vai estar, conseguindo dessa forma melhorar sua eficiência; manutenções mais assertivas; redução de mão de obra ociosa e ganhos de faturamento.

6 CONCLUSÃO

As paradas não planejadas na linha de produção de uma empresa podem causar resultados indesejados para as organizações, que vão desde gargalos na produção até insatisfação dos clientes. O estudo de caso apresentado revela que a proposta de redução de paradas não planejadas em uma termoformadora de uma empresa de embalagens plásticas pode vir a resultar em melhorias significativas.

Por meio da aplicação das cinco ferramentas da qualidade utilizadas neste estudo, tornou-se evidente que o principal motivo de paradas não planejadas reside em problemas de quebras. Uma vez definido o problema, foram identificadas suas causas raízes e proposto um plano de ação para resolvê-las. Levando em consideração que a empresa possui um faturamento médio anual de 240 milhões de reais, para realizar as quatro primeiras ações descritas no plano de ação a empresa faria uso de aproximadamente 0,06% desse recurso. É importante frisar que o investimento nessas ações torna-se fundamental para alcançar a redução de paradas não programadas.

Por fim, com a aplicação do plano de ação para a termoformadora em estudo estima-se uma redução de aproximadamente 48% das quebras o que pode gerar uma economia anual de R\$171.539,22 para a empresa. A limitação desta pesquisa está na análise quantitativa da redução de paradas não planejadas, devido à não aplicação do plano de ação, o que se torna

uma proposta de pesquisa futura, juntamente com a aplicação do TPM (Manutenção Produtiva Total).

REFERÊNCIAS

- BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. **Gestão da qualidade, produção e operações**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- BARROS, E. D.; HOLANDA, L. M. C.; CHAVES, H. Q. Aplicação do método DMAIC para a melhoria da gestão da qualidade dos materiais de laboratório: estudo em um centro universitário em Caruaru - PE. **Revista Latino- Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 5, n. 8, p. 03-24, 2017.
- CALLISTER, William D. **Ciência e engenharia de materiais - Uma Introdução**. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- CAMPOS, André L. N. **Modelagem de processos com BPMN**. 2ª ed. Brasport, 2014.
- CARPINETTI, Luiz C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CARVALHO, M. V. N. et. al. **Aplicação de ferramentas da qualidade para melhoria no desempenho de uma confecção em Goiânia-GO**. XLII Encontro Nacional De Engenharia De Produção: **ENESEP/ ABEPRO**, 2022. Disponível em: <https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_385_1911_43738.pdf>. Acesso em: 11 out. 2023.
- FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes**. Porto Alegre: Penso, 2013.
- FURSTENAU, L. B. *et al.* **Utilização das ferramentas da qualidade para redução de perdas de produção em máquina CNC**. XXXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção: **ENESEP/ ABEPRO**, 2019. Disponível em: <https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_293_1656_38201.pdf>. Acesso em: 15 out. 2023.
- GONÇALVES, J. E. L. As Empresas são Grandes Coleções de Processos. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 40, n. 1, p.6-19, jan./mar. 2000.
- GUIMARÃES, A. S. *et al.* Estudo de paradas não planejadas em uma máquina recravadeira para redução de perdas no processo. **Rev. Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.7, p.72830-72852, jul. 2021.
- HANNAY, F. F. Rigids Plastics Packaging – Materials, Processes and Applications. **Rapra Review Reports**, v. 13, n. 7, p. 3. iSmithers Rapra Publishing, 2002.
- LOUZADA, C. C.; DUARTE, C. M. Gestão Por Processo: Estudo De Caso Em Uma Empresa De Varejo De Colchões. **Rev. Científica Eletrônica UNISEB**, Ribeirão Preto, v.1, n.1, p.36-53, jan./jun.2013. Disponível em:<<https://www2.unifap.br/furtado/files/2017/04/artigo1.11.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2023.
- MACHADO, S. S. **Gestão da Qualidade**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MAIA, W. E. L.; NETO, A. M. S. **Aplicação das ferramentas da qualidade no processo produtivo de um indústria de embalagem.** Anais do V Simpósio de Engenharia de Produção: **SIMEP**, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/3QLTNs3>>. Acesso em: 18 out. 2023.

MAICZUK, J.; ANDRADE JÚNIOR, P. P. Aplicação de ferramentas de melhoria da qualidade e produtividade nos processos produtivos: um estudo de caso. **Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande, PB, v. 14, n. 1, 2013.

MARTINELLI, Fernando B. **Gestão da qualidade total.** Curitiba: IESDE Brasil, 2009.

OLIVEIRA, Otávio J. **Curso básico de gestão da qualidade.** São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PAIM, Rafael. *et al.* **Gestão de processos: pensar, agir e aprender.** Porto Alegre: Bookman, 2009.

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

SILVA, E.L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** UFSC, 3^a Edição, 2001. Disponível em: <<https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgcb/files/2011/03/Metodologia-da-Pesquisa-3a-edicao.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2023.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 2^o ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUSA, I. C. R.; GIRÃO, N. M. T.; PINTO, R. S. **Aplicação dos Gráficos de Controle e Ferramentas da Qualidade em uma Lanchonete Universitária: Estudo de Caso.** XLI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: **ENEGEP/ ABEPRO**, 2021. Disponível em: <https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_357_1841_42783.pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.

SOUZA, F. E. *et al.* **Abordagem de gestão por processos em uma clínica de diagnóstico por imagem.** XXXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção: **ENEGEP/ ABEPRO**; 2019. Disponível em: <https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WPG_290_1634_38944.pdf>. Acesso em: 12 out. 2023.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

- 1) Existe algum programa de treinamento para os operadores aprenderem a manusear as máquinas? Sim Não
- 2) Existem fichas de instruções disponíveis nas máquinas que contenham o passo a passo de como manusear o maquinário? Sim Não
- 3) As fichas de instruções são acessíveis? Sim Não
- 4) Existe um treinamento técnico para os mantenedores? Sim Não
- 5) Os treinamentos existentes para manuseio de maquinário e manutenção das máquinas são eficazes? Sim Não
- 6) A compra de peças para o almoxarifado é feita de forma planejada? Sim Não
- 7) As peças compradas para a realização da manutenção são de qualidade? Sim Não
- 8) Se as peças tivessem uma maior qualidade haveriam menos problemas de quebra? Sim Não
- 9) A manutenção planejada realizada na empresa é eficiente? Sim Não
- 10) Você acredita que a implantação futura da Manutenção Produtiva Total (TPM) traria bons resultados? Sim Não
- 11) Você acredita que a implantação do TPM influenciaria na vida útil do equipamento? Sim Não
- 12) Você acredita que com a realização de melhorias no processo a produtividade da máquina estudada aumentaria e os custos de produção reduziriam? Sim Não