

APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING NA MANUTENÇÃO DA MESA BOTTERO-M250

Autores

Douglas Rodrigues de Sales¹

Vinicius Ramos Rodrigues²

Ingrid Meirelles Salvino Tomaszewski³

José Augusto Paes Deccache⁴

Henrique Martins Galvão⁵

Beniza Maria Figueira Thomaz da Silva⁶

Resumo

Para manter a alta concorrência no mercado é de extrema importância que as empresas minimizem seus custos, especialmente os gastos relacionados com a fabricação. A utilização da filosofia *Lean Manufacturing* pode promover a diminuição desses gastos, conseqüentemente ampliando o lucro operacional. Assim, objetivo geral desse trabalho de graduação foi encontrar as causas comuns que geram desperdícios na filosofia *Lean Manufacturing* em um processo de manutenção em uma mesa de corte industrial que consumia um determinado tempo, ainda tendo em vista que o produto se destina a montadoras que requerem altos padrões de qualidade. Como objetivos específicos, foi buscado compreender como poderiam ser aplicadas as técnicas de padronização de processos para atingir os conceitos do *Lean*, apontar melhorias no controle do tempo que era utilizado durante o processo de manutenção de uma mesa de corte e desenvolver um processo de padronização a ser seguido. Para atingir esses objetivos, adotou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica que embasou a aplicação num estudo de caso, que envolveu coleta de dados *in loco* e uso das ferramentas: Diagrama de Ishikawa, Matriz GUT e Fluxograma de Processos. Como resultado, foi apontado que a aplicação do conceito de padronização baseado no Método de Trabalho Padronizado (MTP) diminuiu perdas envolvendo tempo e insumos nas atividades preventivas de manutenção, além de diminuir o índice de retrabalho da manutenção.

Palavras-chave: Botterro-M250. Desperdícios. Lean manufacturing. Manutenção. Padronização.

APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING IN MAINTENANCE OF BOTTERO-M250 TABLE

Abstract

To maintain high competitiveness in the market, it is extremely important for companies to minimize their costs, especially those related to manufacturing. The use of Lean Manufacturing philosophy can

¹ Graduação em Gestão da Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

² Graduação em Gestão da Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

³ Doutorado em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal Fluminense – UFF e docente na Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC. E-mail: ingridmsalvino@gmail.com

⁴ Mestrado em Administração pela Universidade Metodista de São Paulo e docente na Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Fatec Prof. Waldomiro May – E-mail: jose.deccache@fatec.sp.gov.br

⁵ Doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo – FEA-USP e docente na Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC. E-mail: galvaohm@gmail.com

⁶ Mestrado em Direito pelo Centro Universitário Salesiano de São Paulo – Unisal e docente na Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC. E-mail: beniza.silva@fatec.sp.gov.br

promote the reduction of these costs, consequently increasing operational profit. Therefore, the general objective of this undergraduate thesis was to identify common causes of waste in Lean Manufacturing philosophy within a maintenance process of an industrial cutting table that consumes a specific time, considering that the product is intended for automakers that demand high quality standards. As specific objectives, the study aimed to understand how process standardization techniques could be applied to achieve Lean concepts, identify improvements in time control during the maintenance process of a cutting table, and develop a standardization process to be followed. To achieve these objectives, the methodology adopted was a literature review that supported a case study involving on-site data collection and the use of tools such as Ishikawa Diagram, GUT Matrix, and Process Flowchart. As a result, it was found that applying standardization based on the Standardized Work Method (SWM) reduces losses in time and resources in preventive maintenance activities, as well as decreases the maintenance rework rate.

Keywords: *Boterro-M250. Waste. Lean Manufacturing. Maintenance. Standardization.*

INTRODUÇÃO

O cenário mundial muda rapidamente e as empresas cada vez mais se posicionam de forma competitiva no mercado. Dentro da indústria, isso as expõe a ameaças e oportunidades peculiares. Nesse cenário de recursos escassos, as empresas que melhor se posicionarem no mercado terão à sua disposição espaço para crescer. Por isso, as corporações buscam constantemente técnicas para minimizar custos e maximizar o lucro, fomentando, consequentemente, mais produtividade e qualidade em seus processos.

Nessa perspectiva, surge a ideia do *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) para eliminar desperdícios, aumentando, dessa forma o lucro operacional. O termo *Lean* foi mencionado nesse contexto em 1992 no livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack, Jones e Ross, publicado nos EUA. Nessa publicação, ficaram evidentes as vantagens do Sistema Toyota de Produção, como diferenças favoráveis de produtividade e qualidade, se comparado a outras empresas. Esse fato explica parte do forte crescimento da indústria japonesa nos anos 50. Ao trazer esse aprendizado para os dias atuais, há uma oportunidade significativa de ganhos em qualquer setor, desde a manufatura até os serviços. Contudo, para a aplicação dessa técnica é preciso possuir um sistema estável, com fluxos e processos bem definidos e padronizados. Somente com essa estabilidade possibilita analisar o processo e assim iniciar a implantação sustentável do *Lean*.

O trabalho de graduação foi desenvolvido para atender à necessidade de padronização na verificação e na identificação de possíveis problemas no equipamento, com foco nos processos de manutenção preventiva. Considerou-se desde o comparecimento no equipamento para o desenvolvimento das atividades, já com o MTP (Método de Trabalho

Padronizado), que inclui as ferramentas utilizadas para possíveis ajustes, caso necessário para essa aplicação. Este trabalho é restrito ao estudo das ferramentas de Planejamento e Controle da Manutenção, com o intuito de tornar o sistema estável e analisável para a futura implementação do Lean Manufacturing na mesa de corte Bottero-M250.

O objetivo geral da pesquisa foi encontrar as causas mais comuns que geram os desperdícios na filosofia *Lean Manufacturing* em um processo de manutenção em uma mesa de corte industrial que consumia um determinado tempo. Tem-se, também, como objetivos específicos: (1) analisar e compreender como poderão ser aplicadas as técnicas de padronização de processos para atingir os conceitos do *Lean*; (2) apontar melhorias no controle do tempo que era utilizado durante o processo de manutenção de uma mesa de corte; e, (3) desenvolver um processo de padronização a ser seguido. Entende-se que essas recomendações são preliminares à implantação formal do *Lean*.

A metodologia desenvolvida para este trabalho envolveu um estudo de caso, a fim de investigar os desperdícios no departamento de manutenção do setor industrial. A abordagem de estudo de caso constitui uma estratégia de investigação científica que se dedica à análise de um fenômeno vigente em seu ambiente real, onde destaca as variáveis que exercem influência sobre ele. Esta metodologia consiste em uma análise minuciosa e sistemática de uma instituição, comunidade ou indivíduo, que viabiliza a exploração de fenômenos de natureza complexa. A partir desse levantamento, foi proposto um projeto de padronização para eliminar os desperdícios identificados. Esse trabalho estabeleceu regras e procedimentos claros e precisos para reduzir a variação e aumentar a eficiência dos processos, o que é fundamental para a empresa buscar melhorar sua eficiência e qualidade.

O estudo busca responder as seguintes indagações: a) verificar como a aplicação do *Lean* contribui para eliminar desperdícios nos processos de manutenção preventiva; b) verificar como a implementação de ferramentas do *Lean* pode oferecer ao setor de manutenção na organização fabril e como a falta de padronização nas tarefas gera perdas nos processos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização deste trabalho de graduação foi necessário o aprofundamento em um referencial teórico que tratasse da abordagem do tema. Iniciando pela compreensão dos processos de manutenção, assim como a aplicação da filosofia *Lean Manufacturing*, a qual

busca apontar os desperdícios que influenciam na eficiência da manufatura. Além disso, foi realizado o aprofundamento nos conceitos de padronização e as estratégias adotadas para sua implementação no ambiente industrial. O referencial teórico se deu através de um embasamento em autores que vivenciaram a área e sustentam as propostas e análises desenvolvidas para que ocorresse o estudo de caso.

2.1. Manutenção Preventiva

A manutenção industrial exerce um grande papel na garantia do funcionamento eficiente e confiável de máquinas, equipamentos e processos em ambientes industriais. Este campo envolve uma série de estratégias e práticas voltadas para a prevenção de falhas, prolongamento da vida útil de ativos e a otimização da produção.

O termo “manutenção” tornou-se popular na Europa Central por volta do século XVI, quando surgiram os primeiros técnicos de montagem e assistência, que se desenvolveu cada vez mais durante a Primeira Revolução Industrial e estabeleceu-se como uma necessidade absoluta na Segunda Guerra Mundial. Nos primeiros anos da reconstrução do período pós-guerra, a Grã-Bretanha, Alemanha, Itália e especialmente o Japão basearam o seu desempenho industrial na base da tecnologia de manutenção (MARTINS, 2019).

Conforme Louzada (2023), a manutenção pode ser definida como um “conjunto de esforços para manter a condição e o desempenho de uma máquina sempre com a condição e o desempenho que ela tem quando ainda é nova. As atividades de reparos podem ser basicamente divididas em dois tipos: as planejadas ou não planejadas”.

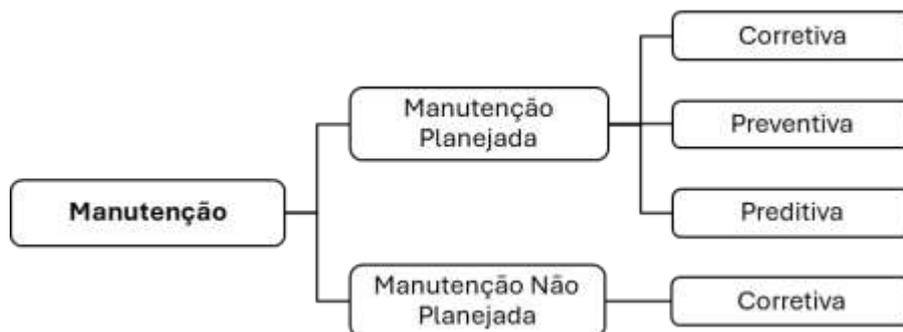
A manutenção corretiva, amplamente reconhecida, envolve a realização de reparos em máquinas com defeitos. Categorizada em manutenção corretiva programada (planejada) e não planejada (súbita), a primeira permite o adiamento de reparos não críticos, enquanto a segunda exige intervenção imediata em falhas significativas. Embora essencial, depender exclusivamente da manutenção corretiva pode reduzir a produtividade (LOUZADA, 2023).

A manutenção preventiva são atividades programadas em intervalos regulares com base na vida útil dos componentes para reduzir a chance de falha do equipamento. Com isso, paradas imprevistas são evitadas. Precisamente, a manutenção preventiva consiste em trabalhar, por meio de planejamentos periódicos, para prevenir quebras de equipamentos, antecipar paradas intempestivas e até mesmo evitar acidentes (ABECOM, 2021).

O principal objetivo da manutenção preventiva é reduzir ou suprimir a possibilidade de falha ou deterioração do equipamento e agir com antecedência. Assim, é possível entender que a manutenção preventiva tem entre suas vantagens o aumento da vida útil do equipamento pois garante que ele identifica o desgaste inicial. A manutenção de equipamentos industriais ajuda as empresas a reduzirem custos e evitar paradas na produção. Portanto, a manutenção planejada garante um alto nível de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos (ABECOM, 2021).

A manutenção preditiva é uma abordagem técnica que utiliza ferramentas e estratégias de monitoramento de condições para acompanhar o desempenho de equipamentos durante a operação normal. Seu propósito é identificar potenciais falhas e defeitos antes que atinjam níveis críticos, por meio do uso de sensores e dispositivos de monitoramento que mantêm constante vigilância sobre os componentes das máquinas. Essa prática visa otimizar a eficiência operacional nas indústrias, reduzindo interrupções e prejuízos decorrentes de falhas. Contudo, a implementação da manutenção preditiva apresenta desafios, uma vez que sua eficácia está ligada ao sistema operacional. O tempo necessário para sua implementação pode ser uma barreira significativa, requerendo não apenas a instalação de dispositivos, mas também a integração do sistema a outros softwares de manutenção e o treinamento dos colaboradores para sua aplicação cotidiana. Estabelecer uma cultura organizacional voltada para essa prática implica em um investimento de tempo e recursos, o que nem todas as organizações estão dispostas a realizar (LOUZADA, 2023). A Figura 1 fornece uma representação gráfica dos principais tipos de manutenção e em qual dos dois grupos elas podem se enquadrar.

Figura 1: Tipos de manutenção



Fonte: Autores, 2024.

Para traçar um plano de manutenção eficaz, é necessário entender que a manutenção preventiva pode ser dividida em dois conceitos para determinar sua programação e, assim, traçar um plano de manutenção mais eficiente.

A Manutenção Preventiva Baseada no Uso (UBM) é um importante componente da gestão da manutenção. Ela entra em ação quando um equipamento atinge um determinado número de ciclos de operação ou horas de funcionamento, indicando a necessidade de intervenções programadas. Esta abordagem é especialmente relevante para máquinas que exigem revisões regulares após atingirem um número específico de ciclos de operação (WILLICH, 2022). Por exemplo, em ambientes de produção, equipamentos críticos podem requerer manutenção preventiva a cada 500 horas de operação, visando evitar falhas imprevistas que poderiam resultar em paradas não planejadas da produção.

Outra estratégia utilizada é a Manutenção Preventiva Baseada no Tempo (TBM), nesse caso, a manutenção é agendada considerando o tempo de uso do equipamento, independentemente da sua quantidade de ciclos de seu funcionamento. Isso é especialmente aplicável a equipamentos cuja depreciação ao longo do tempo é mais determinante do que o número de vezes que foram acionados (WILLICH, 2022). Por exemplo, sistemas de climatização, como aparelhos de ar-condicionado, geralmente requerem avaliações regulares em intervalos de 6 a 12 meses para garantir seu funcionamento adequado. Essa abordagem visa prevenir o desgaste gradual de componentes, assegurando um desempenho consistente e prolongando a vida útil do equipamento. Além disso, a TBM também é aplicada em contextos em que a legislação ou normas específicas exigem inspeções regulares, como em equipamentos de elevadores ou instalações elétricas.

Utilizar a manutenção preventiva é uma das melhores práticas em inúmeros segmentos industriais. Ela se destaca como uma abordagem proativa para evitar falhas, prolongamento da vida útil de ativos e garantir o funcionamento confiável de máquinas e equipamentos. Através de inspeções regulares, substituição de peças desgastadas e a implementação de planos de manutenção bem elaborados, ela contribui significativamente para a redução de custos a longo prazo, a melhoria da eficiência operacional, prevenção de acidentes e interrupção não programadas. Por isso, a adoção da manutenção preventiva é uma prática aconselhada e beneficia tanto empresas quanto os funcionários, assegurando um funcionamento suave e confiável dos processos de produção.

2.2. Lean Manufacturing

Ao longo da história diversas metodologias e filosofias de gestão foram desenvolvidas para atender aos desafios emergentes nos diversos setores industriais. O *Lean Manufacturing* é um brilhante exemplo dessa evolução. Criado para enfrentar as necessidades de eficiência, qualidade e redução de custos, essa abordagem se destaca pela sua capacidade de eliminar desperdícios e otimizar processos.

O *Lean Manufacturing* também conhecido como Manufatura Enxuta, surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial, com aplicação ampla na fábrica da *Toyota Motor Company*. Com a situação devastadora do Japão, os investimentos eram limitados, o que levou os japoneses a começarem a ter que fazer o dobro pela metade do tempo que era feito antes e com muito menos recurso em estoque, em contraponto ao que era feito na produção em massa da americana *Ford Motors* (OHNO, 1997).

Essa situação foi o gatilho necessário para a implementação de um novo sistema que garantisse aos japoneses a viabilidade necessária para se recuperar do desastroso pós-guerra. Nesse momento, surgia o Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System*, do inglês), que em 1990 ficou popularmente conhecido como Lean Manufacturing (manufatura Enxuta) idealizado e estruturado pelo vice-presidente da Toyota, Taiichi Ohno. Com o nascimento de um sistema de produção que era capaz de reduzir desperdícios, otimizar a produção, garantindo maior flexibilidade, e ainda, melhorando a qualidade, o mundo começou a se interessar pelo que acontecia dentro das fábricas da Toyota (OHNO, 1997).

Uma das filosofias mais disseminadas pelo mundo foi a do próprio Ohno (1997), que ressalta a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida. A Manufatura Enxuta une as qualidades da manufatura artesanal (flexibilidade para fabricação de muitas variedades), com as da em massa (altos níveis organizacionais e produtivos), o que levou essa filosofia para um patamar de destaque entre as empresas automobilísticas da época. Parte dessas vantagens também está no fato de que produzir de forma enxuta reduz os espaços ocupados, os investimentos em equipamentos e o esforço humano na fábrica.

Ligado diretamente ao conceito da Manufatura Enxuta está a melhoria contínua e incremental (ou, simplesmente, em japonês, *Kaizen*), o que poderia ser considerado a chave do sucesso desse sistema, uma vez que logo após terminar um ciclo de implantação da

filosofia *Lean*, já se inicia outro pois a perfeição nunca é atingida, sendo sempre necessário obter os melhores resultados em cima de ganhos anteriores. Algumas das características principais e mais marcantes do Sistema Toyota de Produção são, segundo Ohno (1997):

- **Otimização e integração do sistema de manufatura:** unir todas as pontas de um processo é fundamental para eliminar, ou mesmo reduzir, as atividades não agregadoras de valor;
- **Qualidade:** como um dos princípios do *Lean* é a entrega de manufaturados para expedição, ou seja, produz-se frente à demanda, manter um ambiente que a qualidade dos produzidos seja garantida é fundamental;
- **Flexibilidade do processo:** quanto mais dinâmico for o processo, ou seja, quanto mais rápido forem os processos de preparação de maquinário para fabricação de famílias de produtos distintas, mais alinhado ao *Lean* estará a estrutura;
- **Produção de acordo com a demanda:** ter uma previsibilidade da demanda e um sistema estruturado de circulação de informação é fundamental para a caracterização dela. A importância disso está no fato que produzindo alinhado à demanda, o desperdício da superprodução é reduzido ou muito minimizado;
- **Redução do custo de produção:** talvez seja o objetivo mais marcante da filosofia *Lean*, já que redução de estoque, diminuição de defeitos, redução do espaço físico, redução de transportes desnecessários, dentre outros aspectos, geram uma redução eminente e direta de custos.

Sendo assim, lucro se define como a diferença entre o valor de venda de um produto ou serviço e os custos associados à sua produção. A determinação do preço de venda, embora não esteja vinculada à percepção individual, é regida pelo mercado. Estabelecer um valor excessivamente elevado pode afastar a clientela, ao passo que um preço excessivamente baixo pode sugerir defeitos percebidos no produto ou serviço, resultando na perda de clientes. Portanto, a otimização dos lucros se concentra na redução dos custos, implicando na eliminação de quaisquer elementos de desperdício presentes nos processos empresariais (SANTOS, 2023).

A filosofia de gestão *Lean Manufacturing* explicita que o desperdício é tudo que gera custo ou gasta recursos sem agregar valor ao cliente. Segundo Ohno (1997), o *Lean* visa eliminar sete formas comuns de perdas, ou simplesmente desperdícios, dentro dos meios produtivos. O Quadro 1 apresenta as sete perdas na visão de Ohno de maneira simplificada,

classificando-os em desperdícios que envolvam pessoas, quantidade e qualidade das operações.

Quadro 1: Sete desperdícios do *Lean*

| | DESPERDÍCIOS | |
|-------------------------|---------------------|----------------------|
| Pessoas | Quantidade | Qualidade |
| Processamento | Produzir muito | Correção de defeitos |
| Espera | Mover coisas | |
| Movimento desnecessário | Inventário | |

Fonte: Adaptado Ohno, 1997.

O processamento excessivo se caracteriza pela execução de tarefas que não contribuem para agregar valor ao produto ou serviço. Esse cenário pode abranger a realização de inspeções ou testes redundantes, a utilização de ferramentas ou equipamentos mais sofisticados do que o exigido, ou a execução de atividades que não possuem relevância direta para o cliente. É imperativo que as empresas busquem simplificar e aprimorar seus processos, eliminando quaisquer atividades que não contribuam efetivamente para agregar valor ao produto ou serviço oferecido (TDGI, 2023).

Nesta perspectiva Tokubo (2021) apresenta que esta implicação impacta no atraso do produto ao cliente. Buscando reduzir a incidência é fundamental identificar de maneira precisa as demandas do cliente, retirando as atividades dispensáveis e implementando a padronização no fluxo. Como suporte a este processo, destaca-se a utilidade do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV).

A espera representa uma ineficiência temporal e alocativa decorrente de atrasos ou perturbações no andamento do fluxo de trabalho. Tais inconvenientes podem originar-se de falhas comunicativas, deficiência de capacidade operacional ou inadequado planejamento. É imperativo que as organizações se empenhem na minimização do tempo de espera em todos os seus processos (TDGI, 2023).

A movimentação configura-se como a utilização excessiva de deslocamentos de pessoas ou equipamentos além do estritamente necessário. Tal fenômeno pode ser atribuído a um arranjo espacial inadequado, à ausência de uma estrutura organizacional eficiente ou à insuficiência de treinamento apropriado. É imperativo que as organizações busquem mitigar a movimentação supérflua de pessoas e equipamentos em seus processos (TDGI, 2023).

Na visão de Tokubo (2021), as consequências deste desperdício compreendem em atraso no processamento, redução na eficiência da produção e fadiga nos colaboradores. Ao empregar uma organização laboral eficiente, otimizando o arranjo físico para a produção, assegurando a proximidade dos materiais e ferramentas em relação ao local onde é executado o processo é possível moderar essas ocorrências.

A superprodução representa a ineficiência decorrente da fabricação em excesso, ultrapassando as necessidades imediatas ou *timing* apropriado. Tal prática resulta na formação de estoques desnecessários, acarretando aumento nos custos de produção e propiciando potenciais complicações relacionadas à qualidade e necessidade de retrabalho. A produção deve ser conduzida exclusivamente em resposta à demanda real do cliente (TDGI, 2023).

Conforme observado por Tokubo (2021), a superprodução impacta no aumento do estoque nas linhas de produção, podendo apresentar mais defeitos e amplificação dos custos de armazenamento. Para atenuar as ocorrências é importante estabelecer uma taxa de fabricação uniforme, reduzir os tempos de preparação de máquinas e controlar o volume de trabalho em progresso. Em casos em que os períodos de preparação são excessivamente prolongados, há uma tendência em maximizar a produção de um mesmo produto antes de iniciar a fabricação do próximo.

O transporte se caracteriza como o deslocamento de materiais ou produtos entre diferentes locais sem acrescentar valor ao processo. Tal situação pode derivar de um arranjo físico inadequado, deficiências na cadeia de suprimentos ou pela ausência de uma estratégia de produção orientada pela demanda. Empresas têm o dever de minimizar tanto a distância quanto o tempo necessários para o transporte de seus materiais e produtos, visando aprimorar sua eficiência operacional (TDGI, 2023).

Tokubo (2021) aponta que essa implicação pode gerar danos às peças, sobrecarregar o equipamento e desorganizar o processo. Para mitigar estas adversidades é essencial assegurar a proximidade dos componentes, selecionar criteriosamente as rotas para movimentação, otimizando o arranjo do *layout* para que ocorra um fluxo contínuo para cada produto.

O excesso de estoque implica na retenção de recursos que permanecem inativos, podendo até deteriorar-se. Um exemplo clássico é a acumulação de insumos, matérias-primas ou produtos acabados. Esses estoques desempenham o papel de amortecedor ao ocultar deficiências existentes nos processos operacionais. Este cenário resulta no aumento dos

custos devido às despesas relacionadas à movimentação e armazenamento, juntamente com desafios de alocação de espaço e desorganização nos armazéns, contribuindo para consideráveis atrasos na localização de mercadorias (TDGI, 2023).

Segundo Lamis (2024), os prejuízos decorrentes do armazenamento excessivo podem influenciar negativamente os resultados financeiros de uma organização. Quando ocorrem perdas ou danos aos produtos, há não apenas a perda do capital investido em sua aquisição, mas também a perda da capacidade de comercializá-los, o que impede a obtenção de lucro.

Os defeitos configuram o desperdício de produtos ou serviços que não correspondem às expectativas do cliente. Este cenário pode ser atribuído à insuficiência de treinamento apropriado, à carência de procedimentos de manutenção adequados, ou à ausência de um sistema de gestão da qualidade eficaz. É imperativo que as organizações se empenhem na erradicação de defeitos em seus processos, visando aprimorar a qualidade e mitigar os custos associados ao retrabalho (TDGI, 2023).

As diversas formas de desperdícios analisadas, desde a espera até a ocorrência de defeitos, destacam a relevância de otimizar processos e operações. A implementação de práticas eficazes, como a minimização de movimentações desnecessárias, eliminação de superprodução e a erradicação de defeitos, não apenas contribui para a eficiência operacional, mas também se traduz em benefícios financeiros substanciais.

2.3. Padronização de Processos

A dificuldade das empresas em realizar o controle de seus processos devido à falta de parâmetros em suas atividades é um desafio que afeta a eficiência e eficácia de suas operações. Isso ocorre devido à falta de um padrão claro, o que geralmente leva as equipes a atuarem de maneiras diversas, resultando em uma falta de organização aparente. Zambelli (2023) aponta que como consequência, a capacidade de realizar análises precisas de desempenho fica comprometida, assim como a capacidade de estabelecer cobranças com resultados mais consistentes.

A padronização é um processo essencial que desempenha um papel vital em uma série de setores na indústria, sendo conceituada como o desenvolvimento, estabelecimento de um conjunto de regras e procedimentos para realizar uma tarefa de maneira uniforme, com o objetivo de aumentar a eficiência e qualidade do resultado. Dessa forma, ao padronizar processos, é possível atingir resultados visivelmente positivos na parte qualitativa através do

treinamento dos operadores de manutenção e da mão de obra em geral fabril, como também em fatores quantitativos por promover a redução de gastos monetários, economia de tempo e melhor utilização dos materiais, isso se torna possível tendo em consideração a diminuição da variação durante os processos, possuir o controle e conhecimento de cada etapa de execução (OLIVEIRA, 2022).

O processo de padronização oferece uma série de benefícios para as empresas incluindo a otimização de recursos já que é possível encontrar o melhor aproveitamento encontrando onde realmente são necessários, resultando na redução de custos aplicado a ineficiência, erros e retrabalho consequentemente na economia de custos. Com as tarefas pré-determinadas implica em entregas consistentes garantindo que não ocorra uma grande variabilidade nos processos e assim aumentando a produtividade uma vez que é necessário o mapeamento e formalização de maneira que garanta a melhor execução das atividades. Tendo isso em vista, o treinamento de novos colaboradores para execução da atividade será facilitado por haver as especificações dos processos, diagramas, matrizes de responsabilidade e ferramentas a serem utilizadas. Mapear processos é identificar e representar todas as suas etapas, fluxos, ações necessárias. A partir dessa representação, pode-se pensar mais facilmente em mudanças. As técnicas para promover esse mapeamento costumam ser fluxogramas básicos, mapas detalhados e fluxogramas multifuncionais (DINIZ, 2024).

Para identificar quais processos possuem a possibilidade de padronização é preciso entender que é possível dividi-los em três categorias: atividades que geram valor agregado, as que são consideradas necessárias, mas não agregam valor e aquelas que representam desperdícios no processo.

De acordo com Coutinho (2023), atividades que geram valor agregado são aquelas que transformam materiais ou informações em produtos ou serviços desejados pelos clientes, que estão dispostos a pagar pois reconhecem nelas um valor tangível. Por outro lado, as atividades necessárias são definidas como aquelas que consomem recursos, embora não contribuam diretamente para a criação de produto ou serviço final.

Essa visão é complementada por Oliveira (2022) que apresenta como outro ponto a ser considerado são processos que suportam o funcionamento das operações, como por exemplo as áreas administrativas e financeiras que são importantes para a empresa e sua performance, mas não estão ligados diretamente dentro dos pontos de contato do produto com o cliente.

Por fim, Coutinho (2023) aponta que o desperdício representa as atividades que consomem recursos, tempo e espaço, mas que não adicionam valor direto ou indiretamente ao produto acabado. Identificar e eliminar essas atividades é crucial para otimizar os processos e garantir a eficiência operacional, sem comprometer a qualidade ou o resultado para o cliente.

Isso pode ser identificado em processos burocráticos desnecessários, que em muitas organizações, a aprovação de documentos pode passar por várias camadas de hierarquia, atrasando decisões e aumentando o tempo de resposta sem agregar valor ao cliente final. Esses atrasos podem resultar em custos adicionais e insatisfação do cliente, sem qualquer melhoria no produto ou serviço oferecido.

Essas distinções são importantes para a gestão empresarial, pois ajudam a identificar onde os recursos devem ser alocados para maximizar o valor percebido pelo cliente e, ao mesmo tempo, assegurar que as operações internas funcionem sem problemas. Uma empresa pode decidir investir mais em pesquisa e desenvolvimento para criar produtos inovadores (atividades que geram valor agregado) enquanto busca automatizar processos administrativos (atividades necessárias) para reduzir custos e aumentar a eficiência.

O processo de padronização envolve várias etapas. Iniciando pelo mapeamento do processo atual, que documenta como o processo é executado atualmente, desde o início até o final. Isso ajuda a compreender a situação atual em que o processo se encontra. Após isso é possível realizar a identificação de áreas que precisam de melhorias. Seguindo para a definição de responsabilidades onde é determinado claramente quem é responsável por cada etapa do processo, isso evita confusões e garante que todas as tarefas sejam executadas de maneira consistente. Com isso o desenvolvimento de materiais padrões que descrevam o processo padronizado, como manuais e fluxogramas. Portanto, garante que todos compreendam como as tarefas devem ser realizadas e facilita treinamentos. Finalmente é realizado a implementação de ferramentas necessárias, se o processo depende de ferramentas específicas, deve-se atestar de integrá-las e configurá-las conforme necessário para garantir que o novo processo funcione efetivamente (Oliveira, 2022). A Figura 2 demonstra um fluxograma das etapas necessárias para iniciar o processo de padronização.

Figura 2: Fluxograma para padronizar atividades



Fonte: Autores, 2024.

Ao seguir essas etapas, a empresa pode padronizar processos, melhorar a consistência operacional e aumentar a eficiência. A documentação e os treinamentos desempenham um papel crucial nesse processo. A padronização não apenas assegura que todos os colaboradores compreendam e sigam as práticas estabelecidas, mas também facilita a integração de novos funcionários. Essa abordagem contribui para a manutenção da qualidade ao longo do tempo, garantindo que as operações da empresa permaneçam alinhadas com os padrões estabelecidos, mesmo à medida que a equipe cresce e evolui. Isso resulta em uma organização mais eficaz, adaptável e capaz de oferecer produtos ou serviços consistentemente de alta qualidade.

2.4. Máquina de Corte Bottero-M250

Fabricado pela Bottero a mesa de corte M250 com multicabeças de corte demonstrada na Figura 3 é a primeira máquina no sistema de corte *off-line* para o processo de elaboração do vidro.

Figura 3: Máquina de corte Bottero M250



Fonte: Autores, 2024.

Esta máquina efetua cortes de chapas de vidro no sentido longitudinal e transversal e separa o vidro segundo o software de corte. A M250 está equipada com duas filas de cabeças móveis: uma fila para o deslize longitudinal e outra para o deslize transversal das ferramentas de corte. Cada cabeça é automaticamente controlada por um *software* de corte que controla o processo de corte estático e dinâmico. No corte estático, as chapas de vidro param em posição enquanto as cabeças de corte efetuem o corte transversal e longitudinal. Após o corte, a chapa

movimenta-se. No corte dinâmico, a cabeça de corte efetua o corte transversal quando as chapas de vidro estiverem posicionadas sobre o rolo de recuo, onde é demonstrado pelo item Q na Figura 4 localizado entre a correia transportadora e as cabeças de corte e, a seguir, as chapas iniciam novamente o movimento e o corte longitudinal é feito durante o curso delas. O corte dinâmico permite efetuar o ciclo em tempos menores com maior produção de volumes.

Figura 4: Apontamento do item Q



Fonte: Autores, 2024.

Com isso pode-se notar a versatilidade do maquinário atendendo a uma ampla gama de necessidades e especificações, abrangendo as mais variadas atividades de processamento de vidro. Com a Bottero, a indústria vidreira tem à disposição soluções de corte que não apenas simplificam o processo, mas também garantem cortes limpos e precisos, proporcionando um impacto significativo no setor. Portanto, a Bottero é um nome confiável quando se trata de inovação e qualidade na fabricação de máquinas para o setor vidreiro.

3. METODOLOGIA

Para a realização deste artigo foram utilizados dois tipos de pesquisa: bibliográfica e de campo. Foi utilizada a pesquisa bibliográfica elaborada a partir da seleção da literatura existente sobre o assunto, que posteriormente utilizada comparada com o estudo de caso.

Segundo Gil (2010), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, podendo ser também

publicações periódicas (jornais e revistas). Foram pesquisados artigos científicos e livros que, de alguma forma, estão ligados ao tema.

Segundo Marconi e Lakatos (2017), a estudo de caso é utilizada com o objetivo de conseguir informações e ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. Marconi e Lakatos (2017) ainda dizem que, o estudo de caso consiste na observação de fatos, fenômenos, tal como ocorrem espontaneamente, coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que presumem relevantes, para analisá-los. Visto isso, pode-se perceber que o estudo de caso foi utilizado para fundamentar, analisar e colher o material.

Após a coleta dos dados, foi utilizado as ferramentas: o Diagrama de Ishikawa para identificar possíveis causas de problemas, a Matriz GUT para auxiliar na definição de critérios para tomada de decisão, e o Fluxograma de Processos para padronizar as atividades realizadas.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na busca contínua pela eficiência, é imprescindível que as organizações identifiquem oportunidades de aprimoramento em seus processos. Durante a análise de possíveis melhorias no departamento de Manutenção em uma indústria de vidros automotivos, foi observado que um dos processos preventivos, realizado por seis técnicos em eletromecânica, consome um tempo excessivo para ser concluído, levando cerca de nove horas. A melhoria neste processo é fundamental para a garantia da operacionalidade do equipamento e para a prevenção de falhas, pois demanda mais recursos do que o necessário em sua execução. A identificação desta oportunidade permite não apenas otimizar o tempo no processo, mas também aumentar a disponibilidade do equipamento e reduzir os custos associados à manutenção.

Para realizar o estudo de caso, foram realizadas visitas no equipamento e registro dos dados coletados com o objetivo de compreender a rotina executada nos equipamentos durante a produção. A primeira coleta de dados ocorreu com o propósito de entender como a manutenção daquele equipamento era realizada, observando a dinâmica dos mantenedores e o procedimento de manutenção por eles seguido. Este conhecimento foi adquirido por meio de entrevistas não estruturadas com os funcionários e observações críticas do ambiente buscando possíveis oportunidades de melhoria.

Posteriormente, o retorno ao equipamento teve como objetivo validar as percepções do que inicialmente foram observadas como possíveis causas para o excesso de tempo e desperdícios apresentados por Ohno, mediante uma inspeção mais detalhada do local. Nesta etapa, também foram buscadas soluções simples para os problemas identificados.

Através das entrevistas identificou-se que após a realização do reparo naquele equipamento, sempre ocorria retrabalho devido a problemas como desalinhamento da ponte, ruídos anormais na transmissão e aumento no tempo de execução das tarefas. Durante discussões, foi proposta a padronização do processo de execução da manutenção preventiva da máquina, a fim de reduzir de reparo e na eliminação do desperdício de tempo após a manutenção preventiva.

Na última visita, o objetivo foi validar as ideias de melhoria levantadas durante os estudos realizados no local, com os manutentores e pesquisa dos manuais. De acordo com o manual, o tensionamento correto e a frequência indicada são de 50Hz a 70Hz. Caso os valores estejam abaixo de 50Hz, o tensionamento da correia deve ser aumentado; se estiverem acima de 70Hz, o tensionamento da correia deve ser diminuído.

Para iniciar o processo de melhoria, optou-se pelo uso do Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de Peixe. Esta escolha se deve ao seu fácil manuseio, permitindo uma identificação clara e sistemática das causas dos problemas.

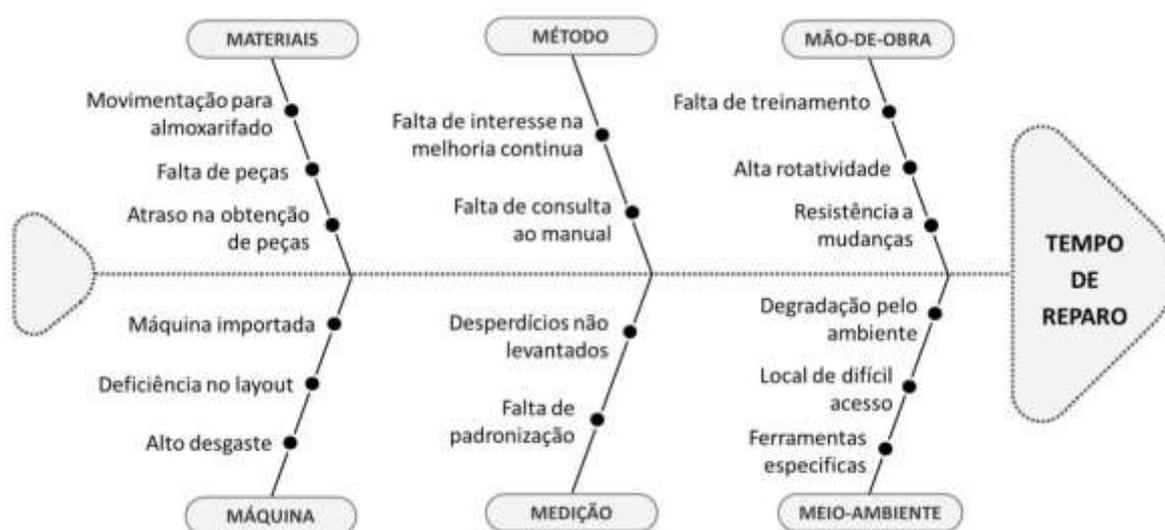
O Diagrama de Ishikawa é um instrumento de análise de processos que auxilia na identificação das possíveis causas primárias de um problema específico ou efeito. O propósito fundamental do Diagrama de Ishikawa é investigar detalhadamente as origens das consequências que conduzem a um problema determinado, em vez de meramente abordar os sintomas ou efeitos superficiais. A representação visual fornecida pelo diagrama facilita a compreensão das inter-relações entre as várias causas potenciais e o problema central (Rabello, 2024). Assim, essa ferramenta oferece uma estrutura que examina as causas que mais contribuem para um problema específico, ou seja, um defeito indesejado. A simplicidade do diagrama de Ishikawa o torna uma ferramenta ideal para mapear e analisar os fatores que contribuem para os desperdícios e o excesso de tempo no processo, facilitando o desenvolvimento de soluções efetivas.

Leão (2023) aponta que um dos procedimentos iniciais para elaboração do Diagrama consiste originalmente em agrupar em seis categorias principais, denominadas 6M (Máquina,

Materiais, Mão de obra, Meio ambiente, Método e Medidas). Porém, nem sempre essas categorias se adequarão à realidade da empresa, sendo possível customizar o modelo de acordo com as necessidades.

A partir da conclusão da coleta de dados, com o objetivo de analisar as causas que afetam o reparo da mesa de corte industrial, foram identificadas as causas que exercem influência sobre essa situação conforme demonstrado pela figura 5.

Figura 5: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autores, 2024.

Com a aplicação do Diagrama de Ishikawa (Figura 5), foi possível realizar uma análise detalhada das causas-raiz do problema. Identificaram-se os principais pontos de ação que demandam intervenção na categoria materiais e equipamentos, foi a movimentação excessiva para o almoxarifado; a falta de peças de reposição; o fato de a máquina ser importada e o alto desgaste decorrente de mau uso.

Pelos métodos e medição foram identificados a ausência de padronização e a falta de consulta aos manuais de manutenção, o que sugere deficiências nos processos de controle e execução das tarefas. No que diz respeito à mão de obra, tem-se como possíveis causas a falta de treinamento adequado e uma alta rotatividade de turnos, fatores que comprometem a eficiência e a qualidade do trabalho realizado, onde afeta o fluxo operacional. Quanto às questões do meio ambiente, foram identificadas preocupações com a degradação causada por partículas e a dificuldade de acesso durante os processos de manutenção.

Finalizado o diagrama de Ishikawa, foi utilizado a Matriz GUT para definir qual tema abordar. Esta ferramenta nos permitiu priorizar os problemas identificados, que garante uma abordagem estruturada e eficaz para a resolução dos principais desafios encontrados.

A Matriz GUT é uma metodologia de priorização de demandas que auxilia na determinação da ordem de prioridade de cada tarefa ou problema, levando em consideração o impacto na operação com base na gravidade, urgência e tendência (GUT). Ao utilizar esse método, os riscos são gerenciados de acordo com suas prioridades de tratamento, o que possibilita uma redução dos prejuízos decorrentes de falhas operacionais, como desperdícios por perdas. Dessa forma, é possível antecipar riscos e tratar problemas com a máxima agilidade, implementando planos de ação e correção com maior assertividade (STEIN, 2024).

A Quadro 2 apresenta a definição das três diretrizes que determinam as prioridades de uma demanda.

Quadro 2: Definição da Matriz GUT

| | |
|----------------------|--|
| Gravidade (G) | Mede o impacto de um problema ou demanda nos demais processos de negócio. Caso não seja realizada de imediato, quais serão as consequências? |
| Urgência (U) | Aponta se um problema pode esperar. Em alguns casos, ele pode ser importante, mas não precisa de solução imediata. |
| Tendência (T) | Avalia a tendência do problema se agravar caso demore a ser solucionado e se essa “piora” será brusca ou lenta. |

Fonte: Adaptado de SYDLE (2024).

Sydle (2024), aponta que o primeiro passo é identificar os problemas existentes e as demandas a serem atendidas. Após a identificação, é necessário atribuir pontuações a cada um deles com base nos critérios GUT. Na terceira etapa, deve-se proceder ao cálculo do GUT, o que envolve a multiplicação das pontuações atribuídas a cada variável GUT para cada item. Por fim, elaborar um plano de ação específico para cada problema identificado.

Tendo em consideração os problemas identificados pelo Diagrama de Ishikawa, foram avaliados através da Matriz GUT. Para definir a prioridade de cada problema optou-se por classificá-los numericamente de 0 a 9, onde 9 representa o maior grau de criticidade. Esta classificação permitiu uma análise objetiva dos problemas identificados, sendo considerado a gravidade, urgência e tendência de cada um.

Os resultados dessas avaliações foram organizados na Tabela 1, que fornece uma visão clara e ordenada dos problemas em termos de prioridade de tratamento.

Tabela 1: Matriz GUT

| Ranking | Problemas | G | U | T | Total |
|----------------|---|----------|----------|----------|--------------|
| 1° | Falta de padronização | 9 | 8 | 9 | 648 |
| 2° | Falta de treinamento | 9 | 8 | 8 | 576 |
| 3° | Falta de pesquisa no manual de manutenção | 9 | 7 | 8 | 504 |
| 4° | Falta de peças de reposição | 8 | 8 | 7 | 448 |
| 5° | Alto desgaste | 7 | 7 | 9 | 441 |
| 6° | Máquina importada | 7 | 6 | 9 | 378 |
| 7° | Desperdícios no processo não levantados | 7 | 7 | 7 | 343 |
| 8° | Atraso na obtenção de peças | 3 | 7 | 5 | 105 |
| 9° | Localização das ferramentas específicas | 9 | 9 | 1 | 81 |
| 10° | Resistência a mudanças | 5 | 3 | 5 | 75 |
| 11° | Movimentação para o almoxarifado | 6 | 3 | 4 | 72 |
| 12° | Degradação pelo ambiente | 8 | 7 | 1 | 56 |
| 13° | Alta rotatividade de turnos | 5 | 3 | 3 | 45 |
| 14° | Falta de interesse na melhoria contínua | 7 | 5 | 1 | 35 |
| 15° | Local de difícil acesso | 2 | 3 | 3 | 18 |
| 16° | Deficiência no layout | 5 | 1 | 1 | 5 |

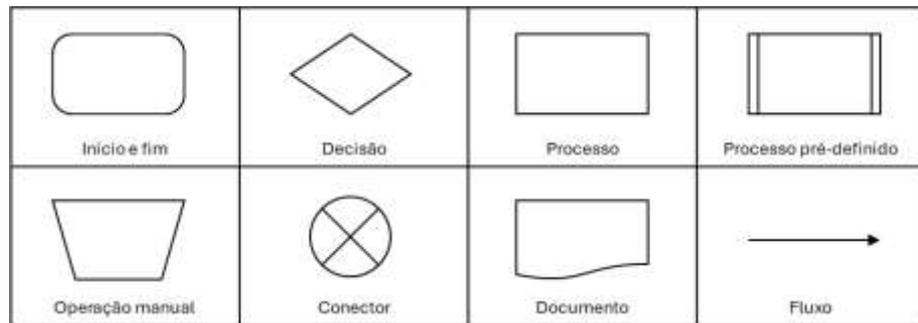
Fonte: Autores (2024).

Com o resultado da Matriz GUT, foi identificado que a causa mais relevante é a falta de padronização; falta de treinamento e de pesquisa no manual. Para resolver esses problemas, foi decidido implementar uma padronização através de um fluxograma. Essa abordagem permitirá documentar e visualizar claramente cada etapa do processo e assegurar a consistência junto com a eficiência na execução das tarefas.

Segundo Costa (2024) um fluxograma constitui uma representação visual, comumente delimitada através de um diagrama, onde é delimitada a sequência de operações em um processo específico. Sua finalidade primordial reside na exposição detalhada de cada fase inerente a um processo definido, por meio de uma variedade de formas gráficas, a sequência de eventos, as entidades participantes, as tomadas de decisão e outros elementos pertinentes.

Costa (2024), ainda acrescenta que a ISO 5807 (em inglês, *International Organization for Standardization*) tem estabelecido um conjunto de normas para a definição dos componentes que compõem um fluxograma. Apesar de ajustes periódicos para otimização, os elementos principais permanecem consistentes ao longo do tempo. A figura 6 demonstra os principais símbolos utilizados na confecção de um fluxograma.

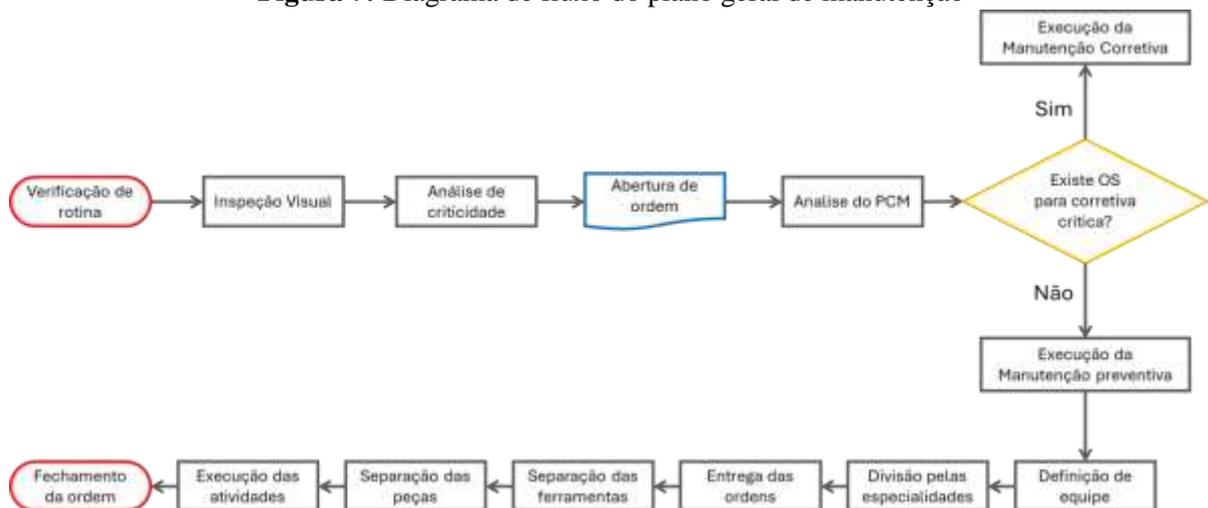
Figura 6: Simbologias no fluxograma



Fonte: ISO 5807 (1985).

A partir da pressuposta necessidade de padronização para que ocorra a melhoria contínua, foi empregado o fluxograma como ferramenta no plano de ação, onde foi visado retirar as lacunas decorrentes da falta de padronização. Assim, a figura 7 demonstra o diagrama de fluxo do plano de manutenção geral que aponta como é realizado o planejamento e utilização da manutenção preventiva.

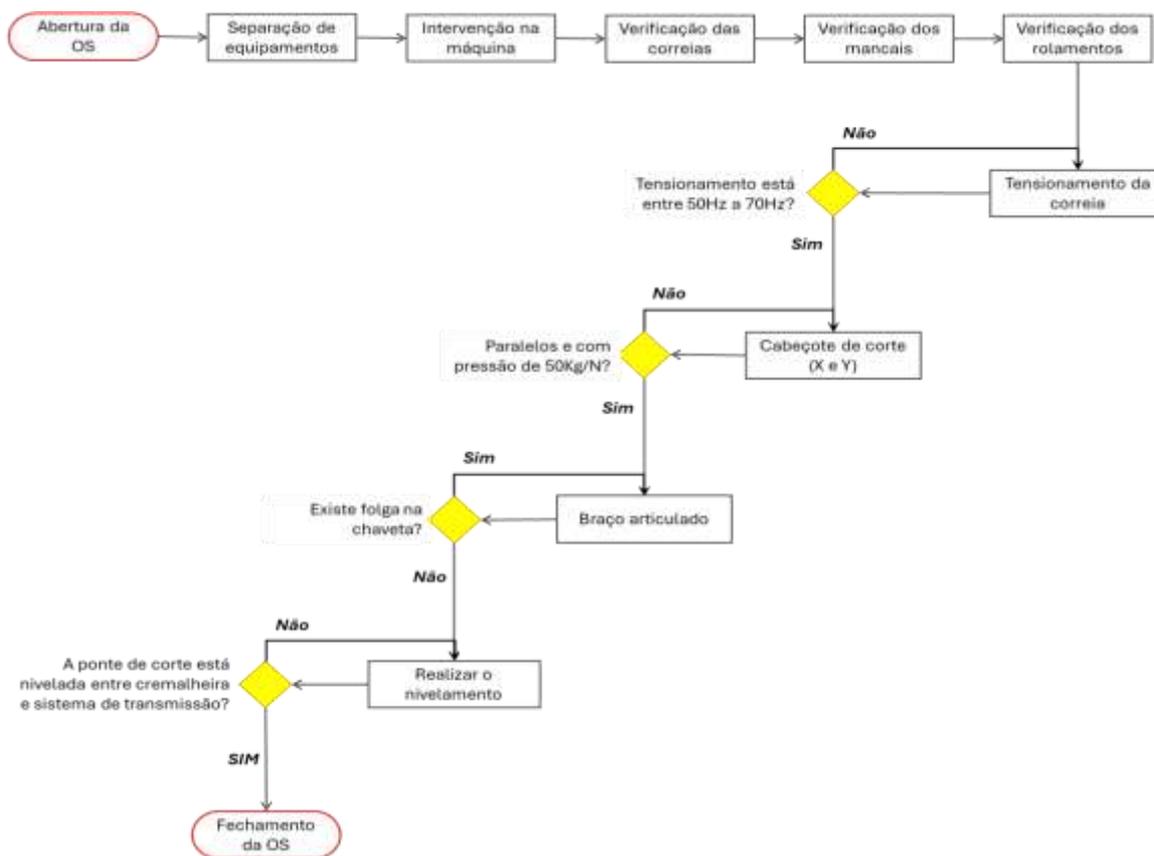
Figura 7: Diagrama de fluxo do plano geral de manutenção



Fonte: Autores, 2024.

Em seguida foi realizado o mapa de fluxo que permite uma visualização mais abrangente e detalhada dos processos necessários para que ocorra a manutenção preventiva da mesa de corte e garanta a fluxo de valor para o departamento. Representado na Figura 8 o mapeamento das atividades com as etapas a serem realizadas na manutenção preventiva da mesa de cortes industriais.

Figura 8 - Mapeamento das atividades no plano de manutenção preventiva na mesa de cortes



Fonte: Autores, 2024.

Os modelos de processos foram feitos a fim de compreender as variáveis que interferem nas atividades realizadas e o que permite ser mensurado. Enquanto os diagramas de fluxo se concentram em representar os detalhes de um processo específico, o mapa de fluxo fornece uma visão mais ampla de como o trabalho flui através de um sistema. Todas as ferramentas são valiosas para análise e garantem a melhoria dos processos, pois a metodologia do *Lean Manufacturing* permite ser usada para identificar gargalos, pontos de estrangulamento, áreas de desperdício e oportunidades de melhoria em sistemas complexos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de Manutenção preventiva, e com a discussão levantada nesse Trabalho de Conclusão de Curso, foi possível definir um conjunto de ações que possibilitou a implantação do *Lean Manufacturing* em um equipamento complexo de alta precisão no qual já demonstrava uma alta performance, sobretudo, para a empresa onde foi implantado precisa de engajamento e envolvimento da gestão e das pessoas envolvidas para manter este novo

padrão conseguiu-se, portanto, atingir o objetivo proposto, como: Mudança *layout* dos manutentores envolvidos, tornando o ambiente mais funcional; pequenos supermercados de peças próximos ao equipamento. Com essas medidas implantadas, o equipamento Mesa de corte Bottero-M250 foi qualificado com a implantação do *Lean Manufacturing*. Além dessas adequações, é preciso engajamento do maior recurso: o capital humano, para atingir um padrão *Lean* de excelência e com essa implantação obtêm-se uma redução do tempo da execução da manutenção preventiva de 33%.

Conclui-se que o Método de Trabalho Padronizado (MTP) diminuem perdas que envolvem o tempo e insumos nas atividades preventivas de manutenção, além de diminuir o índice de retrabalho.

Como proposta de trabalhos futuros, pode-se sugerir que seja feita uma coleta de dados utilizando-se os mesmos princípios em outros equipamentos utilizados na indústria, bem como de mapeamento de processo, no intuito de validar os principais desperdícios levantados e, com essas validações, também seria possível entregar resultados positivos com a redução seja no tempo, custos, movimentação e demais encontrados.

REFERÊNCIAS

COSTA, F. **Fluxograma: o que é, tipos e 5 ferramentas gratuitas para montar**. GUPY, 2024. Disponível em: <<https://www.gupy.io/blog/fluxograma>>. Acessado em: 01 jun, 2024.

COUTINHO, Thiago. **Entenda o conceito de valor agregado dentro da filosofia Lean Manufacturing**. VOITTO, 2023. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/valor-agregado>>. Acessado em: 31 mar, 2024.

Desperdício de produtos no estoque? Soluções inteligentes para evitar prejuízos e aumentar lucros. LAMIS, 2024. Disponível em: <<https://lamisbrasil.com.br/desperdicio-deprodutos-no-estoque-solucoes-inteligentes-para-evitar-prejuizos-e-aumentar-seus-lucros>>. Acesso em: 31 mar, 2024.

DINIZ, Julia. **Por que e como aplicar a padronização de processos na sua empresa**. PIPEFY, 2024. Disponível em: <<https://www.pipefy.com/pt-br/blog/padronizacao-deprocessos>>. Acesso em: 30 mar, 2024.

Entenda o que é manutenção preventiva e quando deve ser realizada. ABECOM, 2021. Disponível em: <<https://www.abecom.com.br/o-que-e-manutencao-preventiva>>. Acesso em: 24 mar, 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 5807. Information processing- Documentation symbols and conventions for data, program and system flowcharts, program network charts and system resources charts**. ISO 5807, 1985.

LEÃO, Thiago. **Diagrama de Ishikawa: o que é, como funciona e como fazer.** NORMUS, 2023. Disponível em: <<https://www.nomus.com.br/blog-industrial/diagrama-de-ishikawacausa-e-efeito-espinha-de-peixe>>. Acessado em: 30 mar, 2024.

LOUZADA, Paula. **Manutenção: Entenda todos os tipos e suas aplicações.** FM2S, 2023. Disponível em: <<https://www.fm2s.com.br/blog/para-que-serve-manutencao/amp>>. Acesso em: 24 mar, 2024.

MARCONI, Mariana de Andrade e LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 3 ed. rev. e ampl. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2017.

MARTINS, Túlio. **Manutenção? O que é Manutenção.** TULIO MARTINS, 2019. Disponível em: <<https://tuliomartins.com.br/manutencao-o-que-e-manutencao>>. Acesso em: 24 mar, 2024.

Matriz GUT: o que é e como funciona? Veja exemplos. SYDLE, 2024. Disponível em: <<https://www.sydle.com/br/blog/matriz-gut-o-que-e-e-como-funciona-veja-exemplos>>. Acessado em: 08 mai, 2024.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Alexandre. **Padronização De Processos: O Que É, Benefícios E Como Fazer.** 4CINC, 2022. Disponível em: <<https://4cinco.com/padronizacao-de-processos>>. Acesso em: 30 mar, 2024.

Os 8 Desperdícios Do Lean. TDGI, 2023. Disponível em: <<https://tdgibrasil.com/8desperdicios-do-lean/>>. Acesso em: 25 mar, 2024.

RABELLO, Guilherme. **Diagrama de Ishikawa: o que é e como fazer.** SITEWARE, 2024. Disponível em: <<https://www.siteware.com.br/blog/metodologias/diagrama-de-ishikawa>>. Acessado em: 30 mar, 2024.

SANTOS, Virgílio. **Quais são os 7 desperdícios visuais do Lean Manufacturing.** FM2S, 2023. Disponível em: <<https://www.fm2s.com.br/blog/quais-sao-os-7-desperdicios-visuaislean-manufacturing>>. Acesso em: 25 mar, 2024.

STEIN, Caroline. **Matriz Gut: como usar essa ferramenta na gestão da qualidade.** PARIPASSU, 2024. Disponível em: <<https://www.paripassu.com.br/blog/matriz-gut>>. Acessado em: 08 mai, 2024.

TOKUBO, Camila. **8 desperdícios do Lean Manufacturing.** LINKEDLN, 2021. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/8-desperd%C3%ADcios-do-lean-manufacturingcamila-sayuri-tokubo>>. Acesso em: 30 mar, 2024.

WILLICH, Júlia. **Tipos de manutenção: quais suas diferenças.** PRODUTTIVO, 2022. Disponível em: <<https://www.produttivo.com.br/blog/tipos-de-manutencao-quais-suasdiferencas>>. Acesso em: 24 mar, 2024.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A Máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.

ZAMBELLI, Rafael. **Padronização de processos: tudo o que você precisa saber para implementar na sua empresa.** CHECKLIST FÁCIL, 2023. Disponível em: <<https://blogpt.checklistfacil.com/padronizacao-de-processos>>. Acesso em: 30 mar, 2024.