



ConBREpro

XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

03 a 05 de dezembro de 2025

As Engenharias na Transformação Digital das PMEs

Análise de causa raiz da falha de uma prensa de fabricação de MDP como uma ação de melhoria específica do TPM

Luan Jose Franchini Ferreira

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UTFPR, Campus Ponta Grossa e Coordenação do Curso de Engenharia Mecatrônica - UTFPR, Campus Guarapuava

Ricardo Vinícius Bubna Biscaia

Coordenação do Curso de Engenharia Mecatrônica - UTFPR, Campus Guarapuava

Maicon dos Santos

Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial - UTFPR, Campus Guarapuava

Angelo Marcelo Tusset

Departamento Acadêmico de Matemática - UTFPR, Campus Ponta Grossa

João Luiz Kowaleski

Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção - UTFPR, Campus Ponta Grossa

Resumo: com os avanços tecnológicos e integração dos mercados globais as industriais são desafiadas em buscar atingir a máxima eficiência dos seus sistemas produtivos para que possam sobreviver no mercado, cada vez mais competitivo e desafiador. Buscando essa máxima eficiência, as empresas têm implementado programas de gestão como *Just-in-Time* (JIT), Gestão da Qualidade Total (TQM) e Manutenção Produtiva Total (TPM). O programa de gestão de TPM é essencial para que os benefícios dos programas JIT e TQM não sejam limitados por perdas devido a condição de operação e manutenção das máquinas e equipamentos produtivos. Com base no conceito do TPM, especificamente nas atividades do pilar da melhoria específica, o presente trabalho tem como objetivo realizar a análise de causa raiz da falha de uma prensa de fabricação de placas de MDP (Medium Density Particleboard) de uma indústria de madeira da região de Guarapuava-PR, empregando as técnicas de solução de problemas: brainstorming, diagrama causa e efeito, cinco porquês e suas variações e apresentar soluções que possam ser introduzidas para sanar os problemas. Algumas das soluções apresentadas foram incorporadas pela empresa e outras ainda seguem em análise. Além disso, o trabalho demonstrou a relevância da implementação do pilar melhoria específica e manutenção planejada para gestão da empresa.

Palavras-chave: Análise de causa raiz, melhoria específica, TPM, gestão da manutenção.

Root cause analysis of the failure of an MDP manufacturing press as a specific TPM improvement action

Abstract: with technological advances and the integration of global markets, industrial companies are challenged to seek maximum efficiency in their production systems in order to survive in an increasingly competitive and challenging market. In pursuit of maximum efficiency, companies have implemented management programs such as Just-in-Time (JIT), Total Quality Management (TQM), and Total Productive Maintenance (TPM). The TPM management program is essential to ensure that the benefits of JIT and TQM programs are not limited by losses due to the operating and maintenance conditions of production machinery and equipment. Based on the TPM concept, specifically on the activities of the specific improvement pillar, this study aims to perform a root cause analysis of the failure of an MDP (Medium Density Particleboard) plate manufacturing press in a

wood industry in the Guarapuava-PR region, using problem-solving techniques: brainstorming, cause and effect diagram, five whys and their variations, and to present solutions that can be introduced to remedy the problems. Some of the solutions presented were incorporated by the company, while others are still under review. In addition, the study demonstrated the relevance of implementing the specific improvement and planned maintenance pillar for company management.

Keywords: Root cause analysis, specific improvement, TPM, maintenance management.

1. Introdução

Com os avanços tecnológicos e integração dos mercados globais, as industriais são desafiadas em buscar a máxima eficiência dos seus sistemas produtivos, para que possam ser competitivas, sustentáveis e manter sua posição de mercado. As novas tecnologias de informação, automação, e também a transformação digital, faz com que as industriais revisem e melhorem seus produtos, processo de manufatura e sistema de gestão, para que permaneçam relevantes. Dessa forma, muitas industriais têm implantado programas de gestão como *Just-in-Time* (JIT), Gestão da Qualidade Total (TQM) e Manutenção Produtiva Total (TPM) para enfrentar esses desafios, (McKone et al., 1999; Wolska et al., 2023). Os programas de gestão baseado no TPM são um complemento essencial aos programas de JIT e TQM, para que os resultados desses programas não fiquem limitados por perdas relacionadas às condições de operação e manutenção dos equipamentos (McKone et al., 1999; Wolska et al., 2023).

O TPM, é uma abordagem holística da manutenção de equipamentos que busca alcançar processos de produção quase perfeitos, (Agustiady et al., 2018). Abordando a manutenção dos equipamentos por meio de um sistema que cobre todo o ciclo de vida e com a participação de todos os funcionários, (McKone et al., 1999). Sendo considerada uma estratégia amplamente aceita para melhorar o desempenho das atividades de manutenção. Pode ser aplicada em indústrias de manufatura, serviços e processos para melhorar seu desempenho e produtividade (Pai et al., 2002). Diferentemente das abordagens utilizadas na manutenção tradicional, o conceito TPM incorpora à prevenção em sentido amplo sobre o plano de produção, o tempo gasto em inspeções, modificações e manutenção se paga posteriormente, quando a máquina opera sem interrupções inesperadas e a qualidade do produto é repetível e adequada aos requisitos, (Wolska et al., 2023).

Objetivo é alcançar a máxima eficiência dos equipamentos, a partir do estabelecimento de um sistema de TPM focado na vida útil do equipamento, incluindo manutenção preventiva, manutenção corretiva e prevenção de falhas. Tornando-se uma forma estruturada para abordar as falhas em equipamentos e máquinas, especialmente pelas atividades do pilar de melhoria específica e por meio do uso de técnicas e métodos de solução de problemas. Especificamente no caso da manutenção com foco nas ações do pilar da melhoria específica do TPM e das ferramentas de solução de problemas, que são aplicadas com o objetivo de identificar às causas das falhas, analisar a recorrência de problemas e propor ações corretivas para evitar que falhas semelhantes ocorram, maximizando a disponibilidade e confiabilidade da máquina e equipamento, impactando diretamente na eficiência da produção.

Partindo dessa premissa, o presente trabalho apresenta uma análise da causa raiz da falha de uma prensa de fabricação de placas de MDP (*Medium Density Particleboard*) de uma indústria de madeira da região de Guarapuava-PR, por meio da aplicação dos conceitos do pilar melhoria específica do TPM. O presente trabalho está organizado em uma breve fundamentação teórica focada nos conceitos básicos da manutenção industrial, TPM e do processo de prensagem do MDP. Na sequência é apresentada a metodologia utilizada na análise de falha da presença de prensagem das placas de MDP, em seguida os resultados obtidos são analisados e discutidos. Por fim, são apresentadas as principais conclusões deste trabalho.

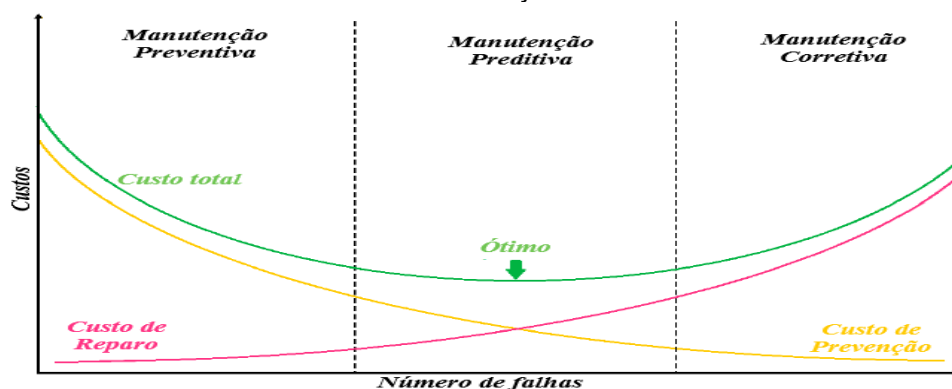
2. Fundamentação teórica

2.1 Conceitos básicos de manutenção

A manutenção tem como objetivo adaptar de forma proativa a disponibilidade das máquinas e equipamentos, buscando atender às exigências do processo produtivo. O foco é manter as máquinas e equipamentos operacionais, e com isso, reduzir as paradas indesejadas e inesperadas, substituindo-as por paradas planejadas. A gestão da manutenção quando bem realizada, resulta em redução dos custos operacionais, redução no número de falhas e eliminação de desperdícios. Além disso, pode levar a melhoria da eficiência e aumento do potencial dos processos produtivos, (Wolska et al., 2023).

Para se alcançar os benéficos citados, é necessário que a manutenção seja tratada com uma parte importante da empresa, já que essa atividade tem impacto direto no sistema produtivo. De acordo com Arromba et al. (2021), Saxena (2022) e Wolska et al. (2023), as três estratégias de manutenção tradicionalmente aplicada são: preventiva, preditiva e corretiva. Na Figura 1 é apresentada a relação entre custo envolvido e número de falhas para cada uma das estratégias de manutenção.

Figura 1 - Relação entre custo envolvido e número de falhas para cada uma das estratégias de manutenção.



Fonte: Adaptado de Wolska et al., 2023.

A abordagem utilizada por uma empresa, irá depender de suas necessidades ou possibilidades técnicas e econômicas. Segundo Saxena (2022) e Wolska et al. (2023), as abordagens utilizadas pelas empresas podem ser enquadradas em:

- Ausência e manutenção operacional - operação até que o equipamento antigo seja substituído, revisado ou ocorra uma falha que exija substituição da máquina ou equipamento.
- Execução de manutenção preventiva - que pode ser realizada das seguintes formas:
 - periódica - realizada em intervalos fixos específicos;
 - baseada em recursos - implementada após o equipamento ter realizado uma determinada quantidade de trabalho;
 - se possível - realizada quando certas condições organizacionais e econômicas são atendidas, quando a manutenção do equipamento é possível de ser realizada, como em uma parada periódica nas operações;
 - baseada nas condições - o momento da manutenção é determinado com base em inspeções periódicas da condição operacional do equipamento ou de seus elementos críticos.
- Manutenção preditiva - realizada com base na inspeção ou diagnóstico, a vida útil das peças importantes é prevista para utilizá-las até o fim de sua vida útil. Essa análise determina os possíveis momentos de falha e fornece as informações necessárias para a gestão adequada de peças de reposição.

2.2 Pilar da melhoria específica do TPM

Em 1971, o JIPE JIPE (Instituto Japonês de Engenheiros de Fábrica), formalizou uma definição da TPM, como um programa concebido para maximizar a eficácia dos equipamentos (melhorando a eficiência geral), por meio do estabelecimento de um sistema abrangente de manutenção produtiva, que contempla todo o ciclo de vida dos equipamentos, envolvendo todas as áreas relacionadas ao equipamento (planejamento, uso, manutenção etc.) e com a participação de todos os funcionários, desde a alta gestão até os operadores da linha de produção, promovendo a manutenção produtiva através da gestão da motivação ou de atividades voluntárias em pequenos grupos, (McKone et al. (1999); Wolska et al.,2023).

O 5S é a base do TPM, permitindo a criação de um ambiente de trabalho limpo e bem organizado. Além disso, o 5S, estimula a compromisso e responsabilidade dos colaboradores por seu local de trabalho, buscando constantemente sua melhoria, (Agustiady et al., 2018; Wolska et al., 2023). A adição de métodos de manufatura enxuta (*lean manufacturing*) suportou o TPM em oito pilares, baseados nos 5S, que foca principalmente em técnicas proativas e preventivas para melhorar a confiabilidade dos equipamentos, denominado modelo tradicional de TPM (Saxena, 2022; Wolska et al., 2023). Na Figura 2, são mostrados os oito pilares.

Figura 2 - Os pilares do TPM.



Fonte: Ribeiro, 2021.

Todos os pilares são fundamentais para o programa TPM, porém no presente trabalho, o principal foco está no pilar da melhoria específica.

As atividades desenvolvidas no pilar melhoria específica, são fundamentadas no conceito de "*kaizen*", que significa "melhoria", sendo à busca constante por oportunidades para reduzir problemas, falhas das máquinas e equipamentos, além de buscas por modificações nos equipamentos para aumentar a eficiência e a qualidade do processo produtivo. Um ponto chave, é a formação de grupos de trabalho envolvendo colaboradores da produção e da manutenção. As atividades do pilar da melhoria específica são geralmente apoiadas pela adoção de ferramentas como: Análise de Causa Raiz, do inglês *Root Cause Analysis* – RCA, brainstorming, digrama de Pareto, digrama de causa e efeito (diagrama de Ishikawa), método dos 5 porquês e outros, (Wolska et al., 2023; Zorzenon, 2015).

A seguir são apresentadas algumas das principais ferramentas de análise encontradas na literatura:

- Brainstorming: é uma ferramenta aplicada em grupo de pessoas e tem como objetivo que os indivíduos possam apresentar ideias de forma livre e sem críticas. Busca-se criatividade e diversidade de pontos de vista, que são registrados e depois analisados por facilitadores devidamente treinados para conduzir trabalhos em equipe, (Marshall Jr et al., 2012).
- Diagrama de Pareto: busca identificar por meio de um gráfico de barras verticais a frequência da ocorrência de um problema ou evento. O gráfico é uma forma visual,

que destaca a prioridade dos problemas que devem ser solucionados e permite uma comparação direta da adoção das medidas tomadas por meio da análise visual dos dados coletados antes e após as ações corretivas, (Zorzenon, 2015).

- Diagrama de causa e efeito (diagrama de Ishikawa ou diagrama espinha de peixe): é um tipo de diagrama que demonstra a relação entre um evento e seus fatores de influência, auxiliando diretamente na identificação das causas dos problemas, (Zorzenon, 2015).
- Cinco porquês (5W): é uma das ferramentas mais utilizadas para identificação da causa raiz, sendo uma ferramenta para identificar a origem de um problema e propor ações corretivas. O método é utilizado quando as causas potenciais dos problemas são definidas, tentando explicá-las com as respostas aos "por que" questionados. A ferramenta dos cinco porquês apresenta algumas variações, entre elas existe a ferramenta 5W1H e 5W2H, que além de atacar os problemas e suas causas, busca estabelecer um plano de ação com objetivo de bloquear as causas raiz dos problemas, (Zorzenon, 2015).

2.3 Processo de prensagem do MDP

As chapas de MDP são formadas por três camadas de partículas de madeira, que torna o material mais robusto e bem estruturado, pronto para receber uma maior carga. O processo do MDP, é iniciado no picador, que transforma os resíduos de madeira em cavaco, depois os cavacos passam pelos moinhos de faca, obtendo o cepilho. Na sequência o cepilho passa pelo processo de secagem, peneiramento para separação dos cepilhos finos dos grossos. O material mais fino é transformado em pó, sendo acrescentado cola e resina que vai para formadora, obtendo os bolos de MDP. Por fim, os bolos de MDP são alimentados na presa hidráulica, onde o material é compactado pela alta pressão na geometria da chapa. A prensa hidráulica é formada por 20 pórticos estruturais, que sustentam 40 cilindros hidráulicos que são responsáveis pela compactação do material, durante o ciclo de prensagem. A prensa hidráulica possui duas grandes placas, superior e inferior, que operam na temperatura de 200°C. O acionamento hidráulico da prensa é composto por bombas de alta performance e uma estação acumuladora. Durante o processo de prensagem, os cilindros alcançam picos de pressão de 240 bar, fornecendo a força necessária para compactar o material. Na Figura 3 é mostrada a prensa hidráulica do processo de fabricação das placas de MDP.

Figura 3 - Prensa hidráulica do processo de produção do MDP.



Fonte: Autoria própria (2025).

A etapa da prensagem é considerada crítica para o processo de produção de MDP, é nessa etapa que se definem as propriedades físicas e mecânicas das placas de MDP, por meio da aplicação simultânea de pressão e temperatura. A ocorrência de falhas na prensa hidráulica impacta diretamente a produção das placas de MDP e sua qualidade. Dessa

forma, a prensa é um equipamento de altíssima criticidade no processo de produtivo da empresa. Assim, a prensa requer prioridade em termos de monitoramento e manutenção, devendo incluir estratégias de manutenções regulares, com a realização manutenções preditivas, que visa identificar potenciais falhas antecipadamente, permitindo um planejamento de manutenção que previna a necessidade de ações corretivas em falhas funcionais.

3. Metodologia

A prensa hidráulica do processo de produção do MDP é um equipamento crítico para o sistema produtivo e para manutenção também. Dessa forma, no processo de melhoria continua, que são as ações do pilar melhoria especifica do TPM, serão aplicadas com foco na prensa hidráulica. Esse processo é baseado na análise das causas raiz das falhas operacionais e elaboração de planos de ações, visando a garantir a confiabilidade, disponibilidade do equipamento e requisitos de qualidade das chapas de MDP. Nessa perspectiva, as seguintes etapas foram realizadas:

- 1- Detalhamento das ocorrências de falhas, impactos e documentação;
- 2- Identificação das causas raízes pela aplicação das técnicas de solução de problemas: *brainstorming*, diagrama de Ishikawa e método dos porquês (5W);
- 3- Elaboração do plano de ação pela ferramenta 5W1H.

O primeiro passo que envolveu o contato com a equipe de manutenção da empresa, com objetivo de fazer o detalhamento da falha, avaliação dos impactos e elaborar um relatório detalhado de análise de falha. Na sequência, foi estabelecida uma equipe de trabalho multidisciplinar para aplicação da ferramenta *brainstorming*, e com isso reunir todas as informações para poder identificar as possíveis causas das falhas. Com o resultado do *brainstorming*, o diagrama de Ishikawa foi utilizado para encontrar, organizar e exibir graficamente as possíveis causas da falha analisada. Na elaboração do digrama de Ishikawa, foi utilizado a técnica dos 6Ms: método, máquina, material, mão de obra, medição e meio ambiente. Após a análise do diagrama de Ishikawa e por meio de uma análise de convergência das causas mais significativas para a equipe multidisciplinar, foi utilizado o método dos cinco “por quês” (5W) para analisar de forma aprofundada as possíveis causas raízes para o problema, visando delimitar hipóteses para a ocorrência da falha. Por fim, o plano de ação utilizando o método do 5W1H, foi desenvolvido buscando atuar na solução das causas da falha em análise. As soluções propostas foram apresentadas para avaliação da gestão da empresa.

Os resultados obtidos em cada etapa da metodologia utilizada no presente trabalho são apresentados na próxima seção.

4. Resultados e Discussões

O passo inicial, consistiu da realização do detalhamento da falha e seu impacto, como resultado desse processo foi gerado o relatório de análise da falha, que é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Relatório de análise da falha.

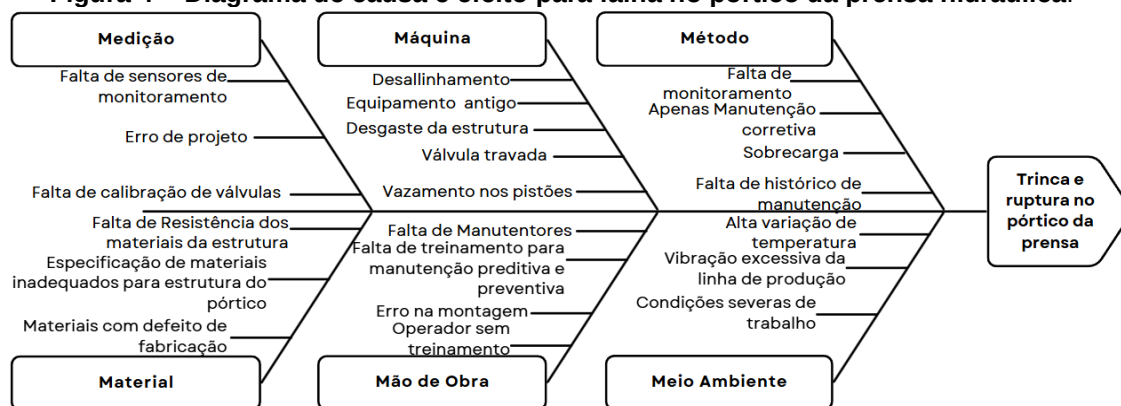
Equipamento: Prensa do processo de produção das chapas de MDP
Local: Guarapuava/PR
Data da ocorrência: 06/10/2024
Data do relatório: 10/10/2024
Criticidade do equipamento: Alta
Tempo de parada: 240 horas
Descrição da falha: a falha ocorreu quando o pórtico que sustenta a prensa apresentou uma trinca visível, que rapidamente se propagou levando a ruptura. A falha comprometeu a estrutura de sustentação da prensa hidráulica, além de provocar danos às tubulações e instrumentos ligados a prensa hidráulica, ocasionando a interrupção imediata da produção.
Descrição do equipamento: a prensa possui 20 cilindros que atuam na prensagem e 10 cilindros menores que atuam na abertura da prensa. A prensa hidráulica é composta ainda, por uma estrutura

metálica de sustentação, tubulações, registros, sensores diversos, régua, termopar e calços para acertar as bitolas da chapa.
Descrição do momento da falha: os colaboradores envolvidos na ocorrência relataram que a falha ocorreu no momento da prensagem do bolo para formar a chapa de MDP. Foi relatado que um som intenso foi produzido, seguido de um grande derramamento de óleo. Sendo constatado que o pórtico de sustentação da prensa hidráulica trincou, comprometendo a estrutura de apoio, que ocasionou deformações nos suportes da tubulação e o rompimento de algumas delas, além de danos nos instrumentos de medição ligados a tubulação. O processo de produção foi interrompido imediatamente para evitar maiores danos materiais e garantia da integridade física de todos.
Medidas corretivas: as ações corretivas para recolocar a prensa em funcionamento foram as seguintes: • A ação imediata foi desligar o aquecimento e fechar o registro de óleo que vem do tanque para a prensa para parar o vazamento. • Na sequência foi realizada a contenção do vazamento de óleo, acionamento do registro de segurança e desligamento completo dos sistemas hidráulicos da prensa. • Após o desligamento da prensa, foi iniciada a limpeza para que a solda no pórtico pudesse ser realizada. • Para o processo de limpeza da peça, utilizou-se eletrodo de grafite para realizar um corte, bem como, para realizar um chanfro para que a solda pudesse penetrar com profundidade para ter eficácia e resistência. • Para essas ações corretivas foram designadas duas equipes. Uma equipe ficou responsável pelo conserto do pórtico; enquanto a outra equipe designada para conserto das tubulações. • Foi realizada uma inspeção em todos os outros pórticos para verificar se não havia outras trincas, ou se a falha não impactou na estrutura. • Após a limpeza dos pórticos, foi realizado o ensaio de líquidos penetrantes. • O reparo total da prensa demandou alguns dias devido a necessidade de substituir o registro de óleo que se rompeu. • Como não havia outro disponível para a troca imediata, foi preciso adquirir registro de um fornecedor externo, o que levou 5 dias para entrega.
Impactos da falha: não houve acidentes de trabalho com os operadores. Não houve impacto ambiental, uma vez que o derramamento de óleo foi contido e devidamente descartado. Houve impacto operacional significativo, uma vez que a produção ficou interrompida por aproximadamente 240 horas.
Medidas preventivas e de melhoria: a análise da(s) Causa(s) Raiz(es) da falha por ruptura do pórtico de sustentação da prensa hidráulica e elaboração e adoção de plano de ação para solução da falha.

Fonte: Autoria própria (2025).

O relatório inicial da análise de falha foi elaborado com foco na compreensão de como a falha ocorreu e os seus subsequentes danos desencadeados, como o impacto na produção. Na sequência, ocorreu a elaboração do diagrama de causa e efeito, em que as causas das falhas resultando elencadas na etapa anterior, foram classificadas utilizando o método dos 6Ms. O resultado final do diagrama de Ishikawa é apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Diagrama de causa e efeito para falha no pórtico da prensa hidráulica.



Fonte: Autoria própria (2025).

Na etapa convergente da análise das causas elencadas pela equipe multidisciplinar, foram delimitadas as principais causas sendo: a falta de manutenção preventiva e preditiva, a sobrecarga da máquina, o desalinhamento, a qualidade do material e possível erro de projeto.

O método dos cinco "por quês" (5W) foi aplicado para as causas raízes identificadas na etapa convergente do diagrama de causa e efeito da Figura 4. No Quadro 2 são apresentadas as perguntas dos "por quês" utilizadas e as respostas da equipe multidisciplinar para as possíveis causas da ocorrência dessas falhas.

Quadro 2 - Aplicação do método dos cinco "por quês".

<u>Análise da Falta de Manutenção Preventiva e Preditiva</u>	<u>Por quê ocorreu a trinca e ruptura no pórtico da prensa?</u>
Porque não foi realizado o acompanhamento das condições da estrutura da prensa e manutenção preventiva.	
Por quê?	
Porque não há um plano de manutenção preventivo/preditivo em equipamentos críticos.	
Por quê?	
Porque o investimento inicial para implantar uma manutenção preventiva é alto e não foi realizada nenhuma análise de custo-benefício.	
<u>Análise da Sobrecarga</u>	<u>Por quê ocorreu a trinca e ruptura no pórtico da prensa?</u>
Porque o material não resistiu às cargas aplicadas.	
Por quê?	
Porque a carga submetida foi maior que o pórtico poderia suportar.	
Por quê?	
Porque a válvula que faz a passagem travou.	
Por quê?	
Porque não foi realizada a inspeção e manutenção preventiva nas válvulas.	
<u>Análise do Desalinhamento</u>	<u>Por quê ocorreu a trinca e ruptura no pórtico da prensa?</u>
Porque os pórticos estavam desalinhados.	
Por quê?	
Porque não houve acompanhamento de deformações, desgastes ou trincas em outras regiões do equipamento, anterior à falha.	
Por quê?	
Porque não havia procedimento de inspeção regular de alinhamento.	
Por quê?	
Porque a manutenção estava focada apenas em ações corretivas.	
Por quê?	
Porque o investimento inicial para implantar uma manutenção preventiva é alto e não foi realizada nenhuma análise de custo-benefício.	
<u>Análise do Erro de Projeto</u>	<u>Por quê ocorreu a trinca e ruptura no pórtico da prensa?</u>
Porque a estrutura não suportou as condições de trabalho.	
Por quê?	
Porque o projeto não considerou todas as cargas reais.	
Por quê?	
Porque foram considerados dados desatualizados ou incompletos.	
Por quê?	
Porque não houve validação adequada do projeto associada às demandas do cliente.	
Por quê?	
Porque o projeto não passou por uma simulação de esforço real que sofreria ao longo dos anos, prevendo análise de falha por fadiga.	

Fonte: Autoria própria (2025).

Após o processo do entendimento das principais causas raízes, foi elaborado o plano de ações utilizando a ferramenta 5W1H. O plano de ação elaborado utilizando a ferramenta do 5W1H é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Plano de ação elaborado utilizando a ferramenta do 5W1H.

What? (O que será feito?)	Why? (Por que será feito?)	Where? (Onde será feito?)	Who? (Quem será responsável?)	When? (Quando será feito?)	How? (Como será feito?)
Implantar plano de	Para evitar paradas não	Será implementado	Engenheiro de manutenção e o	45 dias	Treinamentos e capacitação dos

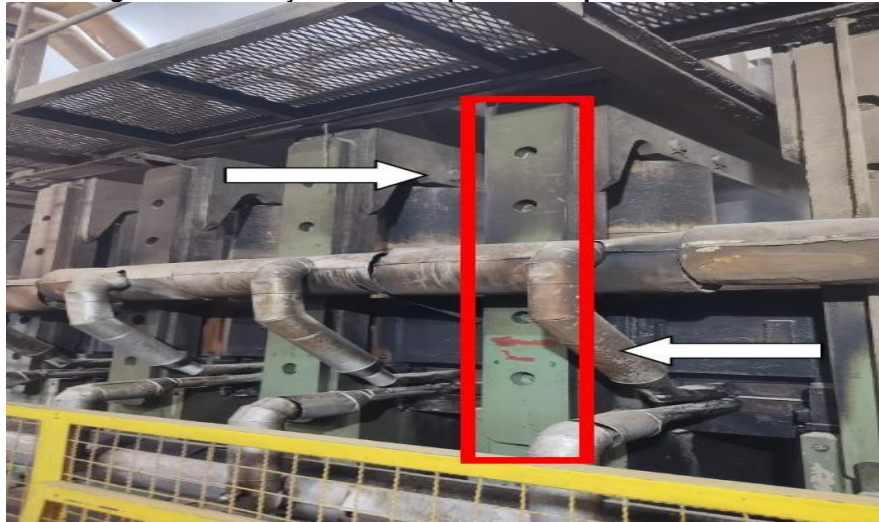
manutenções preventivas e preditivas	programadas na estrutura da prensa devido a trincas de fadiga, evitar paralisação de toda produção e evitar possíveis acidentes.	de acordo com análise de criticidade dos equipamentos – inicialmente nas prensas.	encarregado do PCM com apoio do setor de mecânica e elétrica.		mecânicos, compra de ferramentas, monitoramento das atividades feitas na prensa, cronograma de manutenção, paradas programadas e implantação de checklist.
Instalar sensores e alarmes de cargas.	Monitorar em tempo real a prensa e detectar sobrecarga na estrutura.	Na estrutura da prensa no pórtico.	Equipe de automação e eletricitistas.	20 dias.	Comprar sensores. Instalar o programa no painel da sala de controle com alarme para identificar falha.
Verificar bases e fundações que suportam a prensa.	Inspeccionar alterações no solo que possam causar desalinhamento.	Infraestrutura do local da prensa e base da prensa.	Engenheiro civil.	20 dias.	Usar equipamento de nivelamento e análise de resistência da estrutura.
Fazer análise do material da prensa.	Evitar que o material não tenha as especificações adequadas.	Laboratório especializado.	Especialistas.	25 dias.	Através de ensaios mecânicos e análises dos resultados.
Rever o projeto.	Verificar se a prensa foi projetada para suportar inúmeros ciclos ao longo de vários anos/cargas e demais variáveis que possam ser avaliadas como impactantes no projeto construtivo da prensa.	Na prensa.	Engenheiro de projeto. Engenheiro mecânico.	30 dias.	Análise dos esforços na estrutura do pórtico da prensa através de programas, seguindo as normas.
Fabricar reforço estrutural na lateral do pórtico.	Para que o pórtico não venha a romper até que as ações de dimensionamento o o, análise de materiais e simulações possam ter resultados significativos a respeito do projeto	Na prensa, todos os pórticos.	Encarregado da manutenção, mecânicos.	10 Dias.	Soldar um reforço lateral.

Fonte: Autoria própria (2025).

No fim da metodologia, o plano de ação foi elaborado para sanar as causas elencadas das falhas e prevenir que falhas semelhantes venham a ocorrer. O plano de ação obtido foi apresentado à equipe de manutenção e aos gestores da empresa. A empresa avaliou o

plano de ações e decidiu por implantar os reforços laterais ao pórtico da prensa hidráulica que apresentou a falha. Essa ação foi adotada como a primeira, por se tratar da ação mais rápida para ser executada e por permitir a retomada do processo produtivo. O reforço adicionado, possui as seguintes dimensões: 2300 mm de comprimento x 310 mm de largura x 75 mm de espessura, como mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Reforço lateral no pórtico da prensa hidráulica.



Fonte: Autoria própria (2025).

Após a realização ação corretiva com a implantação do reforço, a equipe de manutenção fez uma análise do comportamento da máquina e teste preditivos para verificar a existência de novas trincas no pórtico. Não foi identificado novas trincas e desalinhamento após a ação corretiva. Após a retomada do processo produtivo, não foram identificadas alterações dimensionais e nem nas propriedades mecânicas das chapas MDP produzidas, não gerando refugo ou perdas adicionais.

Após avaliação da eficácia da instalação do reforço lateral em um dos pórticos da prensa, a equipe de manutenção definiu, como medida de melhoria, a aplicação do mesmo reforço nos demais pórticos não afetados da prensa hidráulica. As demais ações propostas para melhoria específica da prensa, ainda não foram implementadas e encontram-se em processo de aprovação da viabilidade financeira pela gestão da empresa. Por fim, após a análise da falha e da ação corretiva, não foram identificadas ocorrências similares e a prensa encontra-se operando dentro da normalidade.

Com a análise de falha realizada, tornou-se evidente a importância para a alta gestão, da implementação da manutenção preditiva e preventiva, principalmente em equipamentos críticos para o processo produtivo. Além disso, a condução dos processos de melhoria contínua, embasados em ferramentas adotadas traduzem a importância da implementação dos pilares do TPM “Melhoria Específica” e “Manutenção Planejada”, fundamentais para melhoria dos processos de manutenção industrial.

5. Conclusões

O presente trabalho focou especificamente na análise de falha em uma prensa hidráulica utilizada na fabricação de chapas de MDP, como ação do pilar melhoria específica do TPM. As ferramentas utilizadas: *brainstorming*, diagrama de causa e efeito, métodos dos cinco porquês e 5W1H, se mostram essenciais e efetivas ao longo da execução da metodologia, auxiliando a identificação das causas raízes e nas tomadas de decisão visando a melhoria contínua do processo produtivo. Importante destacar que para maximização da confiabilidade, eficiência global do equipamento e da produção é essencial que todas as ações propostas sejam implementadas ou justificadas sua não adoção. Dentre as ações previstas, foram elencadas a manutenção planejada e análise de projetos com criticidade

alta. Esta análise, possivelmente contribuiria para solucionar as causas raízes e a consequente falha funcional dos equipamentos críticos do processo de fabricação de chapas de MDP. Por fim, cabe ressaltar que se a empresa deseja maximizar sua eficiência global e atingir os objetivos do que preconiza o TPM, os demais pilares do TPM precisam ser implementados para maximização da eficiência global do sistema produtivo e da empresa.

Referências

- Agustiady, T. K. and Cudney, E. A. **Total productive maintenance**. Total Quality Management & Business Excellence. 2018.
- Arromba, I. F., Anholon, R., Rampasso, I. S., Silva, D., Quelhas, O. L. G., Santa-Eulalia, L. A. & Leal Filho, W. **Difficulties observed when implementing Total Productive Maintenance (TPM): empirical evidences from the manufacturing sector**. Gestão & Produção. Vol. 28, N° 3. 2021.
- Marshall Jr, I.; Rocha, A. V.; Mota, E. B.; Quintella, O. M. **Gestão da qualidade e processos**. 1. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2012.
- McKone, K. E.; Schroeder, R. G.; Cua, K. O. **Total productive maintenance: a contextual view**. Journal of Operations Management. Vol. 17. Pages 123-144. 1999.
- Pai, M. P.; Ramachandra, C. G.; Srinivas, T. R.; Raghavendra, M. J. **A Stude on Usage of Total Productive Maintance (TPM) in Selected SMEs**. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. Vol. 376. 2018.
- Ribeiro, B. M. **Análise e proposta de melhoria para a retomada da implementação de um programa de manutenção produtiva total: estudo de caso em um centro de distribuição**. Universidade Federal de Uberlândia. 2021.
- Saxena, M. M. **Total productive maintenance (TPM): as a vital function in manufacturing systems**. Journal of Applied Research in Technology & Engineering, 3(1), 19–27. 2022.
- Wolska, M.; Gorewoda, T.; Roszak, M.; Gajda, L. **Implementation and Improvement of the Total Productive Maintenance Concept in an Organization**. Encyclopedia 2023, 3, 1537–1564.
- Zorzenon, T. **Análise dos Pilares do TPM: estudo de caso em uma indústria do setor alimentício**. Escola de Engenharia de São Carlos. 2015.