

ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE NO RAMO DA MARCENARIA

Oliveira, Bruno de Jesus ¹
Wurzius, Gabrielle Duarte ²
Schmitz, Thiago ³
FREITAS FILHO, Fernando Luiz ⁴

RESUMO

Este trabalho busca elaborar um modelo de plano de manutenção preventiva em uma empresa de pequeno porte. A empresa em questão produz móveis de madeira e atualmente não tem nenhuma estratégia de manutenção preventiva implementada, sofrendo com paradas não planejadas de seus equipamentos. Através de uma visita a empresa foi identificado o fluxograma do processo, com base nisso, foi definido que o equipamento utilizado como base será um centro de usinagem CNC. Foi desenvolvido um método de identificação dos equipamentos, com códigos e fichas que contém informações relacionadas ao equipamento. O plano de manutenção foi desenvolvido baseando-se no manual técnico do equipamento, e com auxílio de metodologias como o 5S e a Manutenção Produtiva Total. O resultado final foi um plano contendo ações periódicas de manutenção, que pode ser replicado a todos os equipamentos, contribuindo para o aumento da disponibilidade e confiabilidade dos ativos desta empresa. Além do plano foi elaborado um cronograma, a fim de facilitar o acompanhamento da execução dessas ações.

Palavras-chave: Manutenção; Preventiva; Manutenção Produtiva Total, 5S.

1. INTRODUÇÃO

Num cenário global em constante evolução, onde a tecnologia e a disseminação de informações avançam em ritmo exponencial, a capacidade das empresas de se adaptarem e se manterem competitivas tornou-se mais vital do que nunca. Isso se aplica principalmente às microempresas, que muitas vezes enfrentam

¹Graduanda(o) do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário UNISOCIESC, bruno00100oliveira@gmail.com; ²Graduanda(o) do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário UNISOCIESC, gabrielled.wurzius@gmail.com; ³Graduanda(o) do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário UNISOCIESC, thiagoschm98@gmail.com; Professor orientador: Doutor, Centro Universitário UNISOCIESC, fernando.freitas@unisociesc.com.br.

um ambiente de negócios desafiador e concorrem com empresas de maior porte já estabelecidas no mercado.

Nesse contexto, torna-se essencial para as microempresas adotarem medidas estratégicas que estejam alinhadas com os avanços tecnológicos e a crescente demanda por eficiência e inovação. Dessa forma, a manutenção é uma necessidade para todo tipo de organização, independente se ela for micro, média ou grande.

A manutenção tem como papel principal “garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados” (KARDEC; NASCIF, 2010).

Por sua vez, esse conhecimento sobre o que é de fato a manutenção e como incluir esses importantes métodos de planejamento não está presente na maioria das organizações, principalmente em micro e pequenas empresas, que por falta de investimento e de pessoas capacitadas no tema pecam ao serem conduzidas para as manutenções corretivas que se mostram menos eficientes, pois resultam não apenas na troca de componentes local de equipamento, mas também na parada inesperada da produção.

Tendo em vista a importância da manutenção, este trabalho tem como objetivo elaborar um plano de manutenção preventiva para uma empresa de pequeno porte no ramo da marcenaria.

Ao final deste trabalho, espera-se fornecer à empresa um plano de manutenção preventiva, que não apenas protegerá seus ativos, mas também contribuirá para a eficiência operacional, a redução de custos e a manutenção de sua competitividade no mercado. Por meio dessa abordagem estratégica, a empresa estará mais bem preparada para enfrentar os desafios da indústria e continuar prosperando.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste referencial teórico é explorado os conceitos fundamentais da manutenção, assim como sua importância na indústria e as ferramentas para implementação de uma estratégia de manutenção preventiva, como a Manutenção Produtiva Total (TPM, do inglês, *Total Productive Maintenance*) e os 5 S.

2.1 MANUTENÇÃO

De acordo com a NBR 5462/1994, a manutenção é definida como o conjunto de ações técnicas e administrativas, incluindo supervisão, que visam manter ou restaurar um item a um estado no qual ele possa desempenhar suas funções de maneira adequada.

A principal função da manutenção é garantir que um equipamento opere de forma contínua e eficaz, evitando a degradação causada pelo desgaste natural e pelo uso ao longo do tempo (XENOS, 1998).

Xenos (1998) também destaca a existência de equívocos comuns em relação à manutenção, nos quais muitas pessoas consideram apenas a reparação de equipamentos com falhas como parte dessa atividade. No entanto, ele enfatiza que a manutenção vai além disso e desempenha um papel fundamental ao introduzir inovações que ajudam a prevenir ou reduzir falhas no equipamento.

2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

De acordo com Xenos (1998), existem diversas maneiras e métodos de classificar a manutenção, contudo, os métodos seguintes abrangem de forma suficiente todas as tarefas que compõem a manutenção, sendo elas a manutenção corretiva (não planejada e planejada), preventiva e por fim, a preditiva.

A Manutenção Corretiva, conforme definido por Kardec e Nascif (2010), refere-se ao processo de correção de falhas ou de desempenho abaixo do esperado em um equipamento. Essa categoria de manutenção pode ser subdividida em duas classes: Manutenção Corretiva Não Planejada e Manutenção Corretiva Planejada. A Manutenção Corretiva Não Planejada, também referida como manutenção emergencial, consiste na intervenção imediata em resposta a uma falha inesperada que ocorreu no equipamento, sem a possibilidade de preparação prévia do serviço.

Este tipo de manutenção pode resultar em prejuízos significativos, devido à interrupção da produção e aos custos indiretos elevados associados às atividades de reparo (KARDEC; NASCIF, 2010). No entanto, em algumas circunstâncias, a Manutenção Corretiva Não Planejada pode ser a opção mais vantajosa, mas é

fundamental buscar identificar as causas subjacentes das falhas, a fim de prevenir sua recorrência. (XENOS, 1998).

A manutenção corretiva planejada é definida por Kardec e Nascif (2010) como uma correção da falha ou do desempenho menor por decisão gerencial, geralmente baseada em parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva. Por ser realizada de maneira programada, os custos são menores, sendo mais rápida e mais segura.

A manutenção preventiva é definida como um conjunto de ações planejadas realizadas em intervalos predefinidos ou de acordo com critérios estabelecidos, com o propósito de diminuir a probabilidade de falha ou o decaimento no desempenho de um determinado item (NBR 5462, 1994).

Conforme a perspectiva apresentada por Xenos (1998), a manutenção preventiva envolve a execução de tarefas sistemáticas, como inspeções, reformas e substituições de componentes, também tarefas rotineiras como limpeza, lubrificação e inspeções simples, feitas pelo próprio operador. Embora esse tipo de manutenção possa exigir um investimento inicial considerável, devido à troca e à reforma de peças, ele proporciona uma redução na frequência de falhas, aumentando, assim, a disponibilidade dos equipamentos. Isso, por sua vez, contribui para evitar interrupções indesejadas nos processos produtivos.

Para que a manutenção preventiva seja verdadeiramente eficaz, é essencial obter dados precisos relacionados ao equipamento em questão. Embora muitas vezes essas informações possam ser disponibilizadas pelo fabricante, é importante considerar que as condições operacionais e ambientais de cada empresa podem variar significativamente. Portanto, o planejamento da manutenção preventiva deve ser adaptado e personalizado para atender às especificidades de cada instalação (KARDEC; NASCIF, 2010).

Conforme Kardec e Nascif (2010), a manutenção preditiva envolve a intervenção nos equipamentos por meio da avaliação de suas condições e desempenho, através de um processo de monitoramento.

“A manutenção preditiva permite otimizar a troca de peças ou reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, pois permite prever quando a peça ou componente estarão próximos do seu limite de vida”. (XENOS, 1998, p.25)

“De forma mais direta, podemos dizer que a Manutenção Preditiva prediz as condições dos equipamentos, e quando a intervenção é decidida, o que se faz na realidade, é uma manutenção corretiva planejada” (KARDEC; NASCIF, 2010, p.45).

2.3 PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

De acordo com Viana (2002, p.97), “um plano de manutenção preventivo consiste em um conjunto de atividades (tarefas), regularmente executadas com o objetivo de manter o equipamento em seu melhor estado operacional”.

O plano de manutenção deve conter, junto com a periodicidade, as ações preventivas, desde as mais básicas que podem ser realizadas pelo próprio operador, como inspeções visuais, limpeza, lubrificação, até as mais técnicas, feitas por uma equipe especializada, como inspeções mais detalhadas, reformas e trocas de peças (XENOS, 1998).

Viana (2002) ressalta que a fim de que essas atividades sejam executadas, as tarefas devem ser discriminadas, informando o que e como fazer a manutenção. Para isso, é necessário estudar o equipamento, com o objetivo de conhecê-lo e identificar possíveis pontos de falhas futuras, que deve ser intervida através da manutenção preventiva.

2.4 IMPLANTAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO

Com a finalidade de implantar um plano de manutenção, Reis et al. (2010, apud GARCIA e NUNES, 2014), sugere um cronograma de seis fases, sendo elas:

1ª fase – Organização: Etapa para organização do setor e das ferramentas.

2ª fase – Cadastro e codificação dos equipamentos: Nesta etapa deve ser elaborado um cadastro para os equipamentos, contendo informações como o nome do equipamento, fabricante, dados técnicos, data de aquisição e instalação, dimensões e custo. Além disso, a fim de agilizar a identificação dos equipamentos, é necessário criar um código para cada um.

3ª fase – Plano: Etapa para elaboração do plano de manutenção preventiva, indicando a frequência para limpeza, lubrificação, inspeção, reformas e trocas de peças.

4ª fase – Banco de dados: Desenvolvimento de uma planilha para armazenamento de dados das ordens de manutenção.

5ª fase – Definição de indicadores: Etapa para definir os indicadores de desempenho da manutenção.

6ª fase – Treinamento: Preparação da equipe de manutenção.

2.5 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

A TPM é um programa de manutenção desenvolvido dentro do Sistema Toyota de Produção, com a filosofia de eliminar completamente os desperdícios e zerar avarias e problemas de falha, aumentando a disponibilidade de máquinas, equipamentos e os lucros, envolvendo essencialmente todos os colaboradores da organização (ARANHA; PENHA, 2019). Em concordância, Nakajima (1988) diz que TPM é uma filosofia que visa alcançar a máxima eficiência nos processos produtivos, maximizando a utilização de equipamentos e recursos, reduzindo custos com quebras e manutenção.

Segundo Almeida e Souza (2001), no método TPM em sua proposição original foram estabelecidos cinco pilares, mas que com o passar do tempo a busca por aprimorar a metodologia, outros três pilares foram acrescentados visando coincidir os preceitos do TPM com a demandas exigidas pelos novos cenários da produção industrial. Sendo eles, pilar de educação e treinamento, controle inicial, melhorias específicas, manutenção planejada, manutenção autônoma, segurança e meio ambiente, manutenção de qualidade e controle administrativo, conforme visto na Figura 1.

Começando com o pilar de educação e treinamento, ainda segundo Almeida e Souza (2001), os planos de manutenção na maioria das vezes são direcionados apenas para os níveis mais altos da hierarquia, não proporcionando um treinamento formal para o chão de fábrica, sendo comum os casos onde operadores e mantenedores venham a operar em equipamentos cujo o conhecimento é ralo, e por

conta disso, o conhecimento informal geralmente é passado por algum funcionário com mais experiência sobre o equipamento somado a sua boa vontade para ensinar, neste contexto o TPM visa estimular o conhecimento, a habilidade e por fim a atitude de querer fazer a atividade.

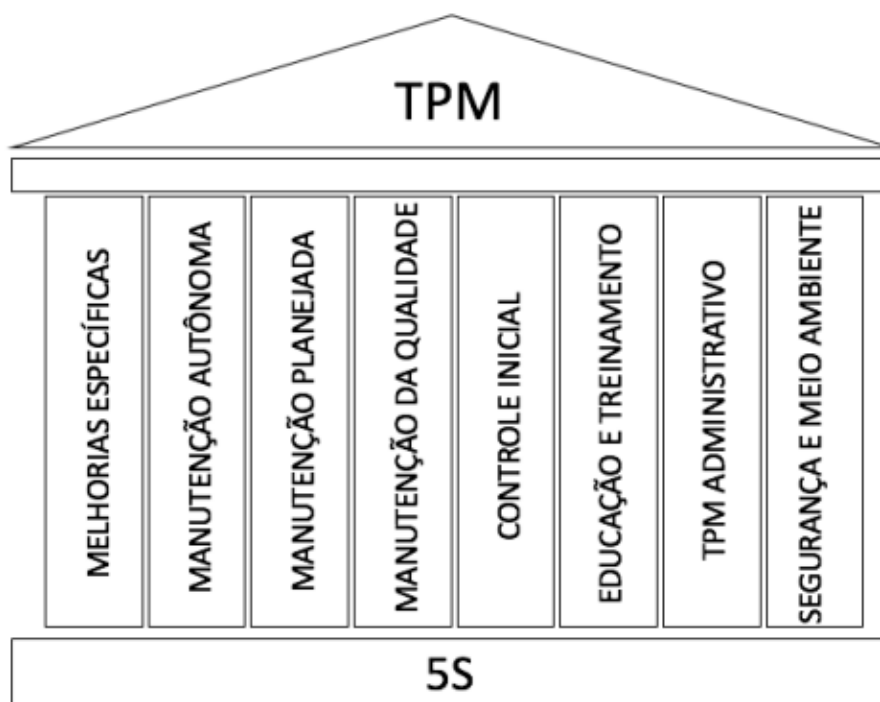
O controle inicial surge com a necessidade de estabelecer um sistema que proporcione uma relação custo-benefício à empresa considerando o ciclo de vida do projeto, a implantação e exploração do mesmo, cabe nesse momento a associação do custo de aquisição com os valores agregados, além disso cabe a essa fase o histórico de desempenho dos equipamentos para futuras aquisições. O que já liga ao pilar de melhorias específicas, pois envolve um conjunto de atividades específicas para se obter a eficiência máxima do equipamento. (ALMEIDA;SOUZA. 2001)

O pilar de manutenção autônoma foca no desenvolvimento de habilidades de modo que os operadores possuam domínio sobre seus equipamentos, tornando os aptos a agir como sensores humanos, promovendo ao ambiente condições capazes de garantir um nível de produtividade maior, considerando que muitas das falhas podem ser evitadas com tarefas simples como limpeza, reaperto de parafusos, lubrificação e detecção de anomalias. Enquanto isso, a manutenção planejada tem o intuito de desenvolver os mantenedores para que possam junto com operadores estabelecer um sistema de manutenção mais efetivo eliminando possíveis perdas.

Os pilares de segurança e meio ambiente, manutenção de qualidade e controle administrativo, surgem com a necessidade de adaptação do método com as realidades atuais fabris, visto que, o surgimento de legislações voltadas a segurança de instalações e de pessoas, somadas a definição de parâmetros e ferramentas para se atingir novos padrões de qualidade de produtos e serviços, impuseram ao controle administrativo uma participação mais concisa dos aspectos que interferem nas atividades da produção.

A aplicação bem sucedida da TPM requer uma abordagem que envolva todos os níveis da organização. De acordo com Ohta (1992), a introdução de atividades de manutenção autônoma e inspeções periódicas são aspectos importantes da TPM que garantem a detecção precoce de potenciais problemas e a prevenção de falhas catastróficas.

Figura 1 – Pilares do TPM



Fonte: Adaptado de YAMAHUCHI (2005)

2.6 5S

Após ser derrotado na Segunda Guerra Mundial, o Japão buscou recuperar sua indústria do caos econômico, por tanto desenvolveu um programa a fim de desenvolver sua indústria, com as seguintes características: (1) programa simples, entendido por qualquer pessoa, independente de seu nível acadêmico, hierárquico ou social; (2) praticado por toda a empresa; (3) capaz de melhorar as condições de trabalho no dia a dia sem muito investimento; (4) e que fosse auto sustentável, ou seja, tinha que ser praticado como um hábito. Isto ocorreu no final da década de 50, inicialmente para combater o desperdício, a desordem e a sujeira. Posteriormente para combater a falta de higiene e a indisciplina. (RIBEIRO, 2015)

O programa recebeu a denominação 5S, que vem das iniciais das 5 palavras de origem japonesa: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, que são as máximas do movimento (BRITTO; ROTTA, 2001), conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Funcionalidade da cada senso

5s	Senso	Conceito	Objetivo
<i>Seiri</i>	Organização	Identificar e separar tudo o que é necessário do que é desnecessário	Eliminar do espaço de trabalho tudo que seja inútil.
<i>Seiton</i>	Ordenação	Colocar cada coisa em seu devido lugar.	Organizar o espaço de trabalho de forma eficaz.
<i>Seiso</i>	Limpeza	Limpar e cuidar do ambiente de trabalho.	Melhora o nível de limpeza.
<i>Seiketsu</i>	Higiene e saúde	Manter o descarte, organização e implantar o padrão de limpeza de forma contínua.	Criar normas para saúde, arrumação e limpeza.
<i>Shitsuke</i>	Autodisciplina	Todos ajudam e se comprometem.	cumprir rigorosamente os padrões técnicos, éticos e morais.

Fonte: BRITTO e ROTTA (2001)

Em qualquer organização, o programa 5S prepara o ambiente para mudanças profundas, por ser de simples compreensão, fácil aplicação e de resultados visíveis e imediatos (BREKAILO, 2013).

3. METODOLOGIA

Neste item serão abordados a caracterização, o ambiente de pesquisa e todos os procedimentos realizados em cada etapa do projeto. O projeto partiu de uma visita à empresa A, especializada no ramo de marcenaria, onde alguns dados foram coletados como fontes de pesquisa e identificação de oportunidades para o desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente artigo utiliza-se de meios bibliográficos como fonte e apoio de pesquisa para embasamento teórico durante primeiro contato com o ambiente, trazendo um olhar mais técnico no momento de identificação do tema abordado como sugestão de melhoria para a organização, por contribuir no formato de coletas de dados, em fontes de evidência e no reconhecimento dos fatos apresentados, reproduziu de certa maneira um estudo de caso, pois buscou-se um conhecimento mais aprofundado dos processos da empresa acima citada.

Entretanto, esse trabalho caracteriza-se em sua metodologia como pesquisa e ação, por usar-se de pesquisas bibliográficas realizadas, mas também realizar uma classificação e aprimoramento de informações para que estivessem ligadas à realidade dos dados coletados na organização, com intuito de propor uma solução clara e específica diante da oportunidade encontrada no local.

Por fim, define-se a natureza dessa pesquisa como aplicada e qualitativa pois visa conhecer os principais procedimentos ligados à manutenção na empresa, alencar suas principais oportunidades de melhorias e ratificar uma série de ações através da miscigenação de conceitos e aplicabilidade consultada com gestores e especialistas envolvidos na proposta ofertada.

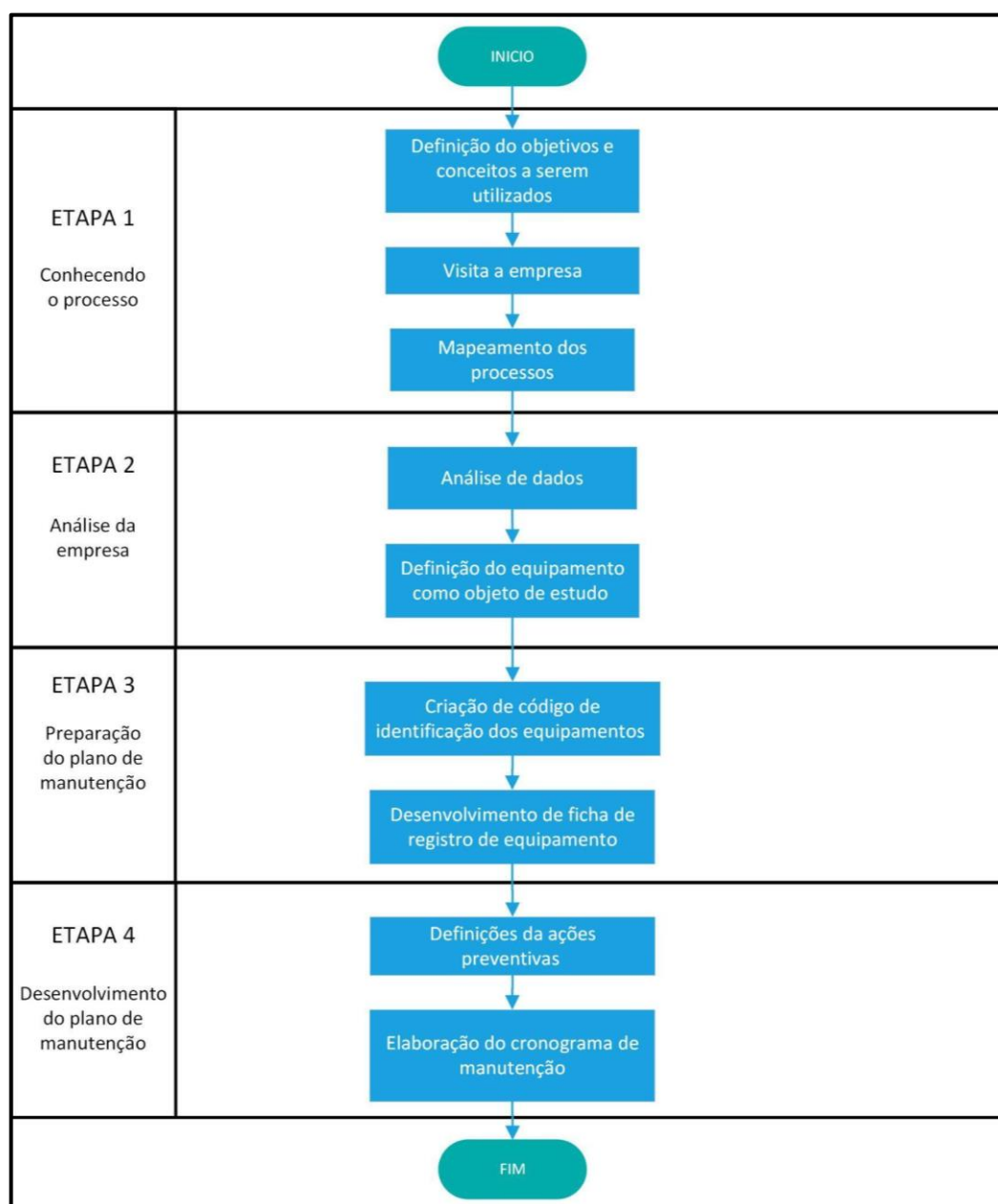
3.2 AMBIENTE DA PESQUISA

O estudo foi realizado em uma fábrica de pequeno porte, que atua no ramo da marcenaria, especializada na produção de móveis de alto padrão que são vendidos em todo território nacional e em alguns países da América latina. A empresa está localizada na cidade de Jaraguá do Sul-SC e conta com cerca de 15 funcionários, em um galpão com cerca de 600m².

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

É importante destacar que durante a realização desse projeto fez-se necessário uma divisão do processo em quatro principais etapas: 1) conhecimento do processo, 2) análise da empresa, 3) preparação do plano de manutenção e, 4) desenvolvimento do plano de manutenção. Essas etapas podem ser vistas na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma do projeto



Fonte: Os autores (2023)

3.3.1 Conhecendo o processo

Com a finalidade de entender o processo produtivo da empresa em questão, foi feita uma visita para conhecer o ambiente da fábrica, com auxílio do gestor de produção, a fim de entender sobre o funcionamento das máquinas e em que parte do processo as mesmas estavam envolvidas.

3.3.2 Análise da empresa

Através das informações coletadas na etapa anterior, foi feito uma análise da empresa, buscando entender como funciona a manutenção atual e definir qual equipamento será utilizado para criação do plano.

3.3.3 Preparação do Plano de Manutenção

A implantação de um plano de manutenção inicia-se pela organização e preparação. Nessa etapa foi desenvolvida uma forma de vincular os equipamentos aos documentos com a elaboração de um código. Foi elaborada também uma ficha de cadastro para as máquinas, a fim de documentar suas especificações técnicas e listar componentes.

3.3.4 Desenvolvimento do Plano de Manutenção

Após a organização e preparação, deu-se início a elaboração do plano de manutenção. O plano foi desenvolvido com base nas informações fornecidas pelos manuais do equipamento.

Foi elaborada uma planilha contendo as ações preventivas e as especificações necessárias para realização da manutenção. A fim de facilitar o acompanhamento da realização desses serviços, foram elaboradas mais duas planilhas, contendo um checklist que deve ser preenchido após a realização de cada manutenção.

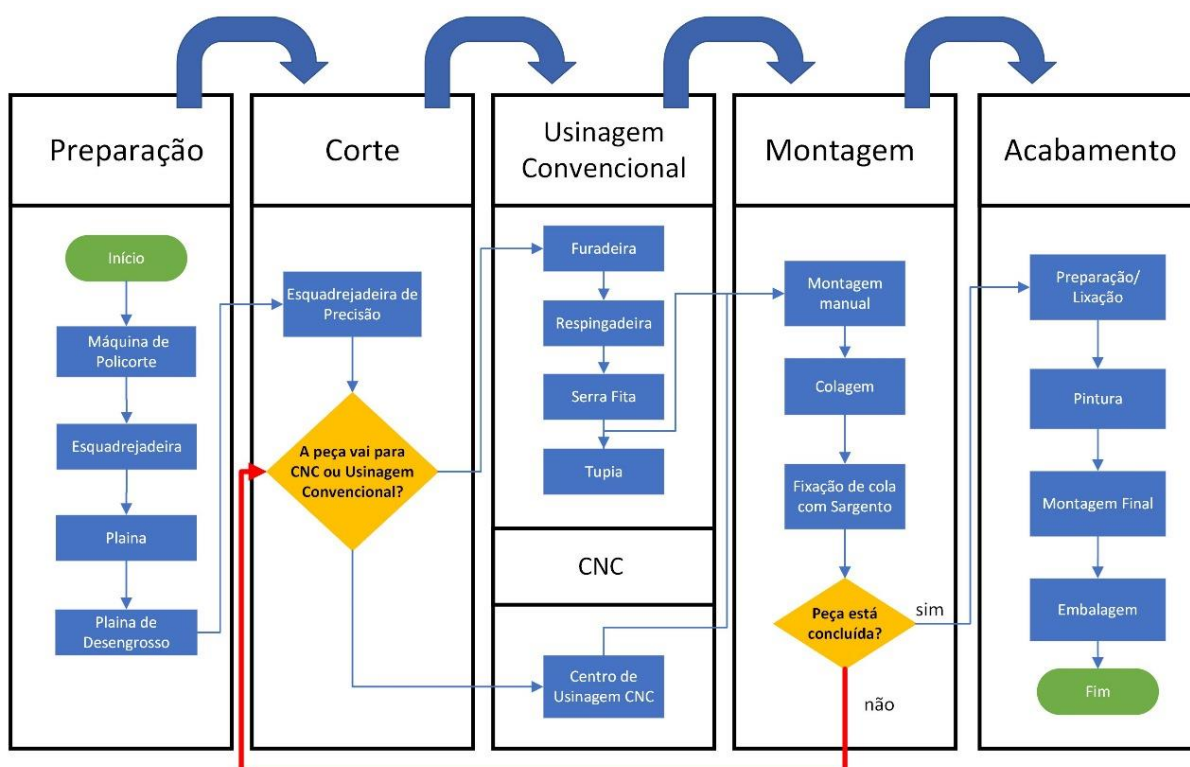
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo é apresentado os resultados conforme as etapas estabelecidas no desenvolvimento.

4.1 CONHECENDO O PROCESSO

A partir da visita a empresa e entrevista com pessoas envolvidas na produção, foi identificado o fluxo de transformação da matéria prima e elaborado o fluxograma conforme a Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma do processo



Fonte: Os autores (2023)

O processo se inicia pela etapa de preparação, com a máquina de policorte, onde as pranchas de madeira são cortadas no comprimento e posteriormente passam

pela esquadrejadeira, onde são cortadas na largura. Após, as tábuas passam pela plaina, para nivelamento e por fim pela plaina desengrossadeira, para definir a espessura.

A etapa seguinte é o corte, que com o auxílio de uma esquadrejadeira de precisão, é feito o corte no tamanho final do projeto e também dos ângulos necessários.

A partir da etapa de furação o processo varia para cada parte do produto final. Nesta etapa, a furação pode ser feita através da furadeira, ou pelas máquinas respigadeiras. Na etapa de usinagem as peças passam pela serra fita e pela fresadora tupia, seguindo para etapa de montagem/colagem. Em alguns casos, após a última etapa, há a necessidade das peças voltarem para a usinagem. É importante destacar que as etapas de furação e usinagem estão sendo transferidas de forma gradual para um centro de usinagem CNC 6 eixos, adquirido recentemente pela empresa.

Ao fim da etapa de colagem, as peças seguem para um processo de lixação com lixadeiras orbitais, onde são preparadas para a etapa de pintura. Na etapa de pintura as peças recebem uma demão de tingidor, duas de tingidor, e por fim uma de verniz. Quando concluída a secagem da pintura, as peças passam pela montagem final, e por fim a embalagem.

4.2 ANÁLISE DA EMPRESA

Através das informações coletadas com o gestor, foi identificado que não há nenhuma estratégia de manutenção implementada na empresa, funcionando apenas com a manutenção corretiva não planejada. Apesar de haver algumas ações como limpeza e a lubrificação de alguns componentes, essas ações não são planejadas e acontecem de forma esporádica.

A empresa reconhece a necessidade de implantação de um planejamento de manutenção a fim de proteger seus ativos, com destaque para o centro de usinagem CNC 6 eixos (Figura 4). Por se tratar de um equipamento de alta tecnologia, tem grande influência na produtividade e qualidade dos produtos.

Analisando o processo produtivo e o maquinário, é possível identificar que o centro de usinagem é indispensável para empresa, pois está presente em diversos

processos de transformação da matéria prima, desta forma, o desenvolvimento do plano terá foco neste equipamento.

Figura 4 – Centro de usinagem CNC 6 eixos



Fonte: Os autores (2023)

O equipamento foi produzido pela fabricante Comec (Itália), modelo Driver 150 L, adquirido pela empresa no ano de 2023.

4.3 PREPARAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO

Para elaborarmos um plano de ação para manutenção, é necessário primeiramente fazer a identificação dos equipamentos, atribuindo um código exclusivo, o qual deve ser etiquetado de forma visível no maquinário.

A codificação de um equipamento visa à sua individualização para facilitar a implementação de manutenções e o acompanhamento de sua vida útil, incluindo histórico de falhas, intervenções e custos associados. Ao codificar um equipamento, estamos efetuando um registro detalhado, análogo à maneira como uma carteira de

identidade civil é atribuída a um cidadão brasileiro, conforme destacado por Viana (2002).

O padrão de código utilizado foi proposto por Viana (2002), e é composto por três letras (as quais designam a classificação do equipamento) seguido de um hífen e quatro números (devendo começar com 0001 e seguir a sequência para equipamentos da mesma classe) . Aplicando ao equipamento em estudo, foi definido o código CNC-0001.

A fim de documentar e organizar todos os dados das máquinas, foi elaborada uma ficha de registro, conforme Figura 5, na qual deve ser preenchido para cada equipamento, contendo itens como o código de identificação, dados do fabricante, informações técnicas relevantes e componentes sobressalentes.

Figura 5 – Ficha técnica do equipamento

FICHA TÉCNICA DE EQUIPAMENTO		EQUIPAMENTO:	CENTRO DE USINAGEM CNC 6 EIXOS
		CÓDIGO INTERNO:	CNC-0001
IDENTIFICAÇÃO			
EQUIPAMENTO:	CENTRO DE USINAGEM CNC 6 EIXOS	DATA DE FABRICAÇÃO:	2022
Nº SÉRIE:	221005	DATA DE AQUISIÇÃO:	2022
MODELO:	DRIVER 150 L	DATA DE INSTALAÇÃO:	2023
MARCA:	COMEC	DIMENSÕES:	6,6 x 5,7 x 3,6 m
FABRICANTE:	COMEC	PESO:	5510 kg
DADOS TÉCNICOS			
Voltage [V/Hz] = 400/50			
ACESSÓRIOS E COMPONENTES			
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QTD	
1	Condicionador do painel elétrico - MKS clima	1	
2	Painel elétrico Series KA IP66 IK10 - Zanardo	1	
3	Bomba de Vácuo - RD MEC	1	

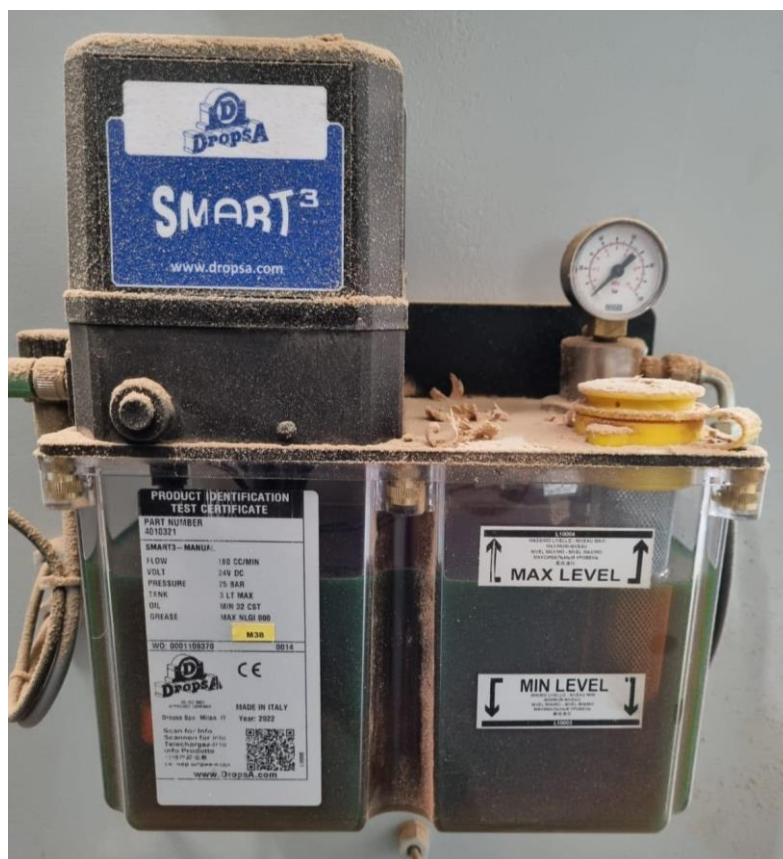
Fonte: Os autores (2023)

4.4 DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO

Levando em consideração os pilares da manutenção produtiva total, com base no pilar de manutenção planejada, foi desenvolvido um plano com ações preventivas, também utilizando-se do pilar de manutenção autônoma, foram estabelecidas ações que devem ser executadas pelo próprio operador, pois este tem um entendimento maior sobre o equipamento.

Primeiramente, foi definido a checagem do nível de óleo no reservatório, que deve estar entre as linhas de mínimo e máximo, conforme Figura 6. Esta ação deve ser executada diariamente, antes de iniciar o uso do equipamento.

Figura 6 – Sistema de lubrificação automático

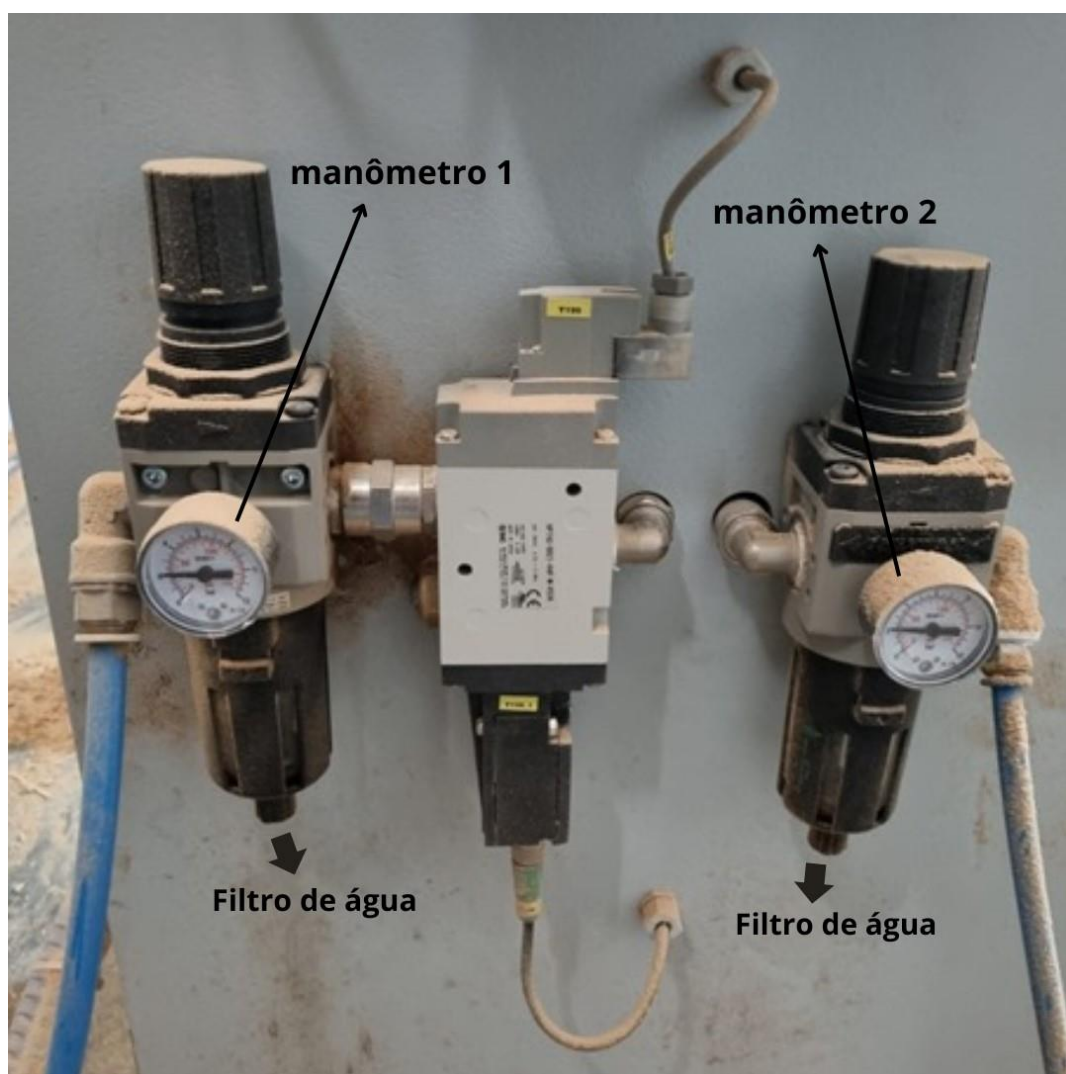


Fonte: Os autores (2023)

Como a máquina possui sistema de lubrificação automático, é importante verificar se todos os componentes da máquina estão recebendo o lubrificante (trilhos e fusos) e acompanhar se o reservatório está esvaziando de forma constante, caso contrário, pode indicar algum vazamento ou entupimento desse sistema.

Após, foi definido a verificação do sistema pneumático (Figura 7), acompanhando semanalmente os manômetros, sendo que o número 1 (responsável pelos movimentos nos eixos) deve estar em torno de 6 bar. Já o número 2 (responsável pelo resfriamento do motor) deve estar em torno de 4 bar. Valores muito abaixo podem comprometer o desempenho e podem indicar algum vazamento nas mangueiras de ar da máquina. Ainda referente ao sistema pneumático, é importante verificar semanalmente os filtros de água, pois a presença de líquidos nesse sistema pode ocasionar falhas graves no equipamento.

Figura 7 – Controle do sistema pneumático



Fonte: Os autores (2023)

Definiu-se que diariamente o operador deve acompanhar o ruído da máquina, e caso identifique algo fora do comum deve-se contatar um profissional da manutenção para buscar identificar a origem e conserta-la, a fim de evitar agravar a falha.

Conforme os conceitos propostos pela metodologia 5S, especialmente o *Seisou*, terceiro senso que corresponde a limpeza, foi definido que diariamente após o uso da máquina deve ser feita a remoção de cavacos e resíduos da área de trabalho. Uma limpeza geral, no entorno da máquina, em locais de difícil acesso e nas cercas de proteção foi definida para ser feita uma vez por semana. Ainda no aspecto da limpeza, foi definida a limpeza da bomba de vácuo e do filtro de ar condicionado do painel elétrico, todos os dias, ao fim do turno.

Levando em consideração outro pilar fundamental da Manutenção Produtiva Total, o pilar de segurança e meio ambiente, foi incluído no plano a inspeção do funcionamento dos botões de parada de emergência, o funcionamento dos sensores e também a conferência da integridade das placas de aviso de segurança.

Por se tratar de uma máquina complexa, com tecnologia bastante avançada, algumas etapas do plano exigem um conhecimento mais técnico de manutenção, dessa forma, foi definido que a checagem das condições e a limpeza do painel elétrico devem ser feitas por um técnico eletricista, semestralmente. Assim como a verificação dos componentes mecânicos, devem ser feitas pelos técnicos autorizados da fabricante, anualmente.

As ações foram registradas e documentadas em uma ficha (conforme Figura 8), informando o responsável, periodicidade, momento do turno no qual deve ser realizado e como deve estar o equipamento para realização.

Figura 8 – Plano de manutenção preventiva

PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA		EQUIPAMENTO:	CENTRO DE USINAGEM CNC 6 EIXOS		
		CÓDIGO INTERNO:	CNC-0001		
ID	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	RESPONSÁVEL	PERIODICIDADE	MOMENTO DO TURNO	STATUS MÁQUINA
1	Verificar nível de óleo lubrificante (entre min e máx)	Operador	Diária	Antes	Desligado
2	Verificar filtro de água do sistema pneumático	Operador	Diária	Antes	Desligado
3	Acompanhar ruído da máquina	Operador	Diária	Durante	Ligado
4	Limpar área de trabalho (remover resíduos e cavacos do trilho e da mesa)	Operador	Diária	Depois	Desligado
5	Limpar bomba de vácuo	Operador	Diária	Depois	Desligado
6	Limpar filtro do resfriador do painel elétrico	Operador	Diária	Depois	Desligado
7	Verificar lubrificação nos fusos e trilhos	Operador	Semanal	Antes	Desligado
8	Inspecionar funcionamento dos botões de segurança e sensores	Operador	Semanal	Antes	Desligado
9	Verificar manômetro 1 (6 bar)	Operador	Semanal	Durante	Ligado
10	Verificar manômetro de resfriamento do motor (4 bar)	Operador	Semanal	Durante	Ligado
11	Limpeza geral da máquina	Operador	Semanal	Depois	Desligado
12	Inspecionar integridade das placas de aviso de segurança	Operador	Mensal	Antes	Desligado
13	Inspecionar integridade do painel elétrico	Eletricista	Semestral	Antes	Desligado
14	Limpar internamente o painel elétrico	Eletricista	Semestral	Antes	Desligado
15	Inspecionar componentes mecânicos do equipamento	Técnico autorizado	Anual	Antes	Desligado

Fonte: Os autores (2023)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa deste presente trabalho teve como principal objetivo desenvolver um plano de manutenção preventiva para uma empresa de pequeno porte, considerando as oportunidades encontradas na empresa, o desenvolvimento de um plano de manutenção foi considerado necessário pois visa trazer ao ambiente um cuidado maior com os equipamentos utilizados no processo por meio de filosofias acessíveis e sem grandes investimentos monetários por parte da organização.

Para que uma análise mais crítica fosse realizada, houve uma visita acompanhada na empresa, onde os gestores decorreram por cada uma das áreas que compõem o processo produtivo completo, apresentado cada uma das etapas e cada um dos equipamentos utilizados na fabricação dos produtos. Após a

apresentação do processo de produção, um mapa de fluxo foi desenhado no software Visio, a fim de identificar a transformação da matéria prima, conforme o fluxograma de processos.

A definição das metodologias que foram comentadas e utilizadas na proposta deste trabalho vieram com o intuito de apresentar uma proposta acessível através de conhecimentos aprendidos durante o curso, e que podem ser aplicados em demasiados tipos de organizações, desde que sejam compreendidos e idealizados diretamente para o processo específico de manutenção.

A partir da análise do processo, foi definido junto aos gestores um equipamento que se encontra em vários dos processos na linha de produção, para que fosse utilizado como base no desenvolvimento do plano de manutenção, e posteriormente o plano pudesse ser usado como referência para os demais maquinários da empresa. Constatou-se então que dentre os cuidados gerais de limpeza abordados na metodologia dos 5 Sentidos foi algo primordial para entender que manutenção também é limpar os equipamentos, e treinamentos para tornar o operador com foco em análise crítica para estar atento aos detalhes do meio de trabalho é um dos primeiros passos para se ter um plano de manutenção de sucesso.

Como sugestão de trabalhos futuros, a fim de completar a implementação do plano, sugere-se mais algumas etapas, como o desenvolvimento de um banco de dados para armazenar informações relacionadas à manutenção, dessa forma é possível obter indicadores que irão auxiliar na melhoria contínua do plano, também é sugerido o treinamento e instrução da equipe quanto às ações a serem executadas, baseando-se no pilar de manutenção e treinamento da manutenção produtiva total.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos meus nobres colegas por terem aceitado embarcar nessa aventura de escrever sobre manutenção ao longo deste trabalho, principalmente pelo companheirismo e bom humor para lidar com datas e momentos desafiadores.

Em segundo, a nós mesmos, por termos persistido ao longo de todos esses anos de aprendizado, inseguranças e conquistas, com muito esforço e resiliência, e que hoje representa a conclusão de uma das etapas mais importantes de cada uma de nossas vidas.

Ao orientador Fernando Filho, por sua cautela e tamanha dedicação na construção deste trabalho, estando sempre disponível a compartilhar seu conhecimento e nos direcionar pelos melhores caminhos em busca do resultado almejado.

Queremos agradecer também aos familiares e amigos, que estiveram ao nosso lado, nos apoiando com muito amor e compreensão em momentos difíceis, e comemorando nossas conquistas, todos com certeza são luzes em nossa jornada chamada vida.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Adiel Teixeira de; SOUZA, Fernando Menezes Campello de. **Gestão da Manutenção**: na direção da competitividade. Recife: Editora Universitária da Ufpe, 2001. 380 p.

ARANHA JUNIOR, Carlos Cesar Correia; PENHA, Daniele Costa. **Implantação da Ferramenta TPM (Total Productive Maintenance) em uma Planta Industrial de Mineração**. São Luis: Editora Pascal, 2019. 65 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 37 p.

BREKAILO, F. et al. **Implantação Teórica do Programa 5S no Centro de Transformação de Materiais da UTFPR – Câmpus Ponta Grossa**. Abepro, 2013.

BRITO, Maria de Fátima Paiva; ROTTA, Carmen Silvia Gabriel. **A implantação do Programa 5S num hospital geral privado do interior do Estado de São Paulo como ferramenta para melhoria da qualidade**. *Rev. Adm. Saúde*, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 9-13, abr. 2001

GARCIA, Fabiano Luiz; NUNES, Fabiano de Lima. PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UM CENTRO DE USINAGEM VERTICAL: um estudo de caso. **Tecnologia e Tendências**, Novo Hamburgo, v. 2, n. 9, p. 88-115, 08 ago. 2017. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistatecnologiaetendencias/article/view/1342>. Acesso em: 04 out. 2023.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **MANUTENÇÃO: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 384 p.

Nakajima, S. (1988). **Programa de Desenvolvimento TPM: Implementando a Manutenção Produtiva Total**. Portland, OR: Productivity Press.

Ohta, T. (1992). **TPM para Líderes de Oficina**. Nova York, NY: McGraw-Hill.

RIBEIRO, Haroldo. **5S: os cinco passos para uma implantação de sucesso**. São Caetano do Sul: PDCA Editora, 2015.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 192 p.

XENOS, Harilaus G.. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Belo Horizonte: Edg, 1998. 302 p.

Yamaguchi, Carlos Toshio. TPM . **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**. São João Del Rei, 2005.