

IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM UM INDÚSTRIA DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS

Cleiton Schneider¹
Maria Regina Thomaz²
Keila Daiane Ferrari Orso³

RESUMO

O cenário atual de competitividade no mercado mundial, força as empresas a buscarem alternativas para melhorar os indicadores relacionados a produtividade e qualidade dos produtos, para isso, a manutenção autônoma surge como uma ferramenta de grande importância na busca por melhores resultados. Seu foco é trazer uma integração maior entre produção e manutenção, onde ambos passam a trabalhar de forma conjunta para melhorar as condições do equipamento. Nesse contexto, a pesquisa apresenta um estudo de caso, onde foi implantada a metodologia da manutenção autônoma em uma indústria de fabricação de implementos rodoviários, localizada em Chapecó-SC. O objetivo do projeto foi realizar um estudo bibliográfico para posteriormente implementar o plano no equipamento piloto, na máquina de rebiteamento automática, responsável por mais de 60% da produção atual da empresa. Após isso, foram coletados os indicadores de desempenho do equipamento, como MTBF (Tempo médio entre falhas), MTTR (Tempo médio para reparo), custo de manutenção e disponibilidade, afim de analisar os resultados conseguidos com a implementação do plano no equipamento. Com a implementação da manutenção autônoma, foi percebida uma boa redução no número de paradas não programadas. Além disso, houve um aumento considerável no tempo entre as falhas e redução no tempo necessário para reparo do equipamento. Portanto, conclui-se que a manutenção autônoma, pode ser uma grande aliada para as empresas, pois ele tem papel crucial no aumento da eficiência produtiva, e por consequência, aumento na competitividade da empresa no mercado.

Palavras-chave: TPM; Produtividade; Manutenção Autônoma.

1 INTRODUÇÃO

Em um cenário globalizado, de concorrência acirrada entre as empresas, cada vez mais vem se buscando priorizar ganhos de produtividade e na qualidade das operações industriais, e um dos pilares para se conseguir isso é através de uma boa gestão da manutenção. Segundo Kardec e Nascif (2009), para se ter um melhor faturamento, é preciso melhorar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos.

Um problema que afeta diretamente o resultado de uma empresa, é o custo causado por paradas não planejadas de equipamentos, que geram perdas na produtividade. Com isso, viu-se

¹ Graduando (a) em Engenharia Mecânica (UCEFF, 2023). E-mail: cleiton_schneider@hotmail.com.

² Mestre em Tecnologia e Gestão da Inovação. Universidade Do Oeste de Santa Catarina (UNOCHAPECÓ) - E-mail: maria@uceff.edu.br.

³ UCEFF Faculdades. E-mail: keilaorso@uceff.edu.br.

a necessidade da adoção de novas metodologias, como a do TPM. Segundo Fogliato e Ribeiro (2009), a metodologia TPM (*Total Productive Maintenance* ou Manutenção Produtiva Total) consiste em otimizar o rendimento dos ativos, prevenindo perdas relacionadas aos equipamentos e local de trabalho, ou seja, sem acidentes, sem perdas de qualidade e sem quebras.

O método TPM possui 8 pilares principais, sendo um deles a manutenção autônoma, que será abordada neste artigo. Conforme Xenos (2004), manutenção autônoma consiste basicamente em envolver os operadores dos equipamentos nas atividades de manutenção do dia-a-dia, onde os mesmos realizam pequenos reparos, ajustes e regulagens em seus equipamentos, evitando deslocamentos desnecessários da equipe de manutenção e assim ganhando em produtividade.

A manutenção autônoma tem como principais objetivos, capacitar os operadores para detectar falhas de forma antecipada, e treinar os operadores para que mantenham suas máquinas sempre funcionando e nas melhores condições possíveis. Ou seja, o operador ganha autonomia sobre seu equipamento, o que acaba causando uma maior motivação e comprometimento dos funcionários com o seu equipamento (Kardec E Ribeiro, 2002)

A empresa no qual foi realizado o estudo, vem apresentando graves problemas de produtividade em uma máquina específica, a qual, é responsável direta na produção de cerca de 60% dos produtos produzidos hoje. Foram constatados vários problemas na qualidade e várias paradas para manutenção nos últimos meses, gerando atraso em entregas e insatisfação dos clientes. Com isso, a área da manutenção decidiu investir na implantação da manutenção autônoma, como forma de aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos neste setor.

A implementação do plano foi dividida em três etapas, partindo de uma etapa preparatória de estruturação do plano, a fase de implementação de um plano no equipamento piloto e a fase de ampliação do plano para os demais equipamentos. Partindo disso questiona-se: **Como implementar um plano de manutenção autônoma em uma indústria metalmeccânica?**

O objetivo principal deste artigo, é descrever o caso onde a manutenção autônoma foi aplicada em uma máquina de rebiteamento automática, em uma indústria de fabricação de implementos rodoviários, localizada em Chapecó-SC, tal como detalhar todas as etapas de implementação, desde o planejamento inicial até a execução do plano e quais foram os resultados obtidos, comparando os cenários de antes e depois da implantação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MANUTENÇÃO GERAL

Segundo Xenos (2004), manutenção é o conjunto de ações e técnicas administrativas, destinadas a manter ou devolver a funcionalidade de um item, onde ele possa voltar a desempenhar sua função requerida.

Ainda para o autor, as atividades da manutenção servem para evitar a degradação dos equipamentos, que é causada pelo desgaste natural ou pelo uso. Ela se apresenta de algumas formas distintas, desde uma aparência externa ruim até na perda de desempenho do equipamento, produto com qualidade inferior e parada da produção devido à quebra de máquina.

Já para Branco Filho (2008) a manutenção é a metodologia que se propõe a manter a produção em constante funcionamento, sem que haja interrupções, funcionando como um sistema para agregar valor aos processos, visto que aumenta a produtividade a qualidade do produto fabricado, se aplicada da forma correta.

2.1.1 Tipos de Manutenção

Dentre os métodos tradicionais de manutenção, pode-se destacar a manutenção corretiva, planejada ou não, e a manutenção preventiva. Na primeira geração, a função principal da manutenção era restaurar a função original do equipamento ou prevenir uma falha fazendo a troca antecipada de algum componente no qual a sua vida útil é conhecida. Mais recentemente surgiu também a manutenção preditiva, onde o desempenho do equipamento é acompanhado através da medição de parâmetros de funcionamento do mesmo.

2.1.2 Manutenção Corretiva

Para Xenos (2004) a manutenção corretiva ocorre sempre após uma quebra do equipamento. A opção pela manutenção corretiva, devem ser analisados alguns fatores econômicos, pois apesar de inicialmente ser mais barata que a preventiva, deve ser levando em conta prejuízos causados pela parada de produção, o que muitas vezes, acaba dando enormes prejuízos a empresa.

Viana (2006) também reforça que a manutenção corretiva é necessária imediatamente, para que não existam consequências indesejadas para o equipamento, à segurança do operador ou ao meio ambiente. Se caracteriza por uma intervenção aleatória, sem qualquer tipo de planejamento anterior.

A manutenção corretiva pode ainda ser dividida em dois tipos, a manutenção corretiva planejada e a não planejada. A não planejada é quando a falha prejudica o funcionamento do equipamento ou do processo, o que precisa de uma ação imediata para corrigir a falha. A corretiva planejada é quando a falha não afeta o processo produtivo e o equipamento é mantido em funcionamento, mesmo que seu desempenho não seja o ideal, para que assim, se possa planejar uma parada para corrigir a falha, (De Campos; Filho, 2013).

2.1.3 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é o tipo de manutenção que busca reduzir falhas e quebras inesperadas nas máquinas, Viana (2006) classifica a preventiva como todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, ou seja, estando em condições de operar normalmente.

Xenos (2004), diz que a manutenção preventiva é o coração da manutenção. Ela envolve verificações, inspeções e trocas de peças feitas em um determinado intervalo de tempo, seguindo orientações do fabricante ou o próprio histórico de quebras da máquina. Seu custo, do ponto de vista da manutenção, é maior comparado com a corretiva, pois as peças precisam necessariamente ser trocadas e componentes reformados para que atinjam o máximo de seu aproveitamento. Porém, diminuem as falhas e as paradas de produção, aumentando assim a produtividade.

Como nem sempre os fabricantes fornecem dados precisos para a adoção da preventiva, e alguns fatores externos influenciam na degradação de equipamentos, existe uma dificuldade na escolha inicial da periodicidade das verificações. Isso acarreta em duas situações distintas, ou a falha ocorre antes do período estimado, ou o equipamento é aberto prematuramente para troca de peças, (Kardeç; Nascif, 2009).

2.1.4 Indicadores da Manutenção

Em uma empresa, não adianta apenas ter conhecimento do cenário atual e do que está planejado para o futuro, é indispensável que se tenha um conjunto de indicadores para medir

os resultados que estão sendo obtidos. Conforme Kardec e Ribeiro (2002, p.11): “Quem não mede não gerencia”.

Através dos indicadores, é definida a real situação da empresa, são definidas metas e se acompanha a evolução dos profissionais da área da manutenção. Neste capítulo serão explicados os principais conceitos de indicadores da manutenção, como obtê-los e sua aplicação.

2.1.5 MTBF (*Mean Time between Failures*)

O MTBF (*Mean Time Between Failures*), ou tempo médio entre falhas, em português, pode ser considerado um dos indicadores mais importantes da manutenção, pois ele nos mostra como a manutenção está sendo administrada de modo geral. Ele consiste basicamente em medir o tempo de uma falha até outra. (ENGETELES, 2016)

O tempo médio entre falhas, pode ser definido como o tempo de horas disponíveis para operação, dividido pelo número de intervenções corretivas realizadas neste período. Este indicador serve para observar o comportamento das máquinas em relação as ações de manutenção, se esse valor aumentar será um sinal positivo, pois o número de intervenções está diminuído, e por consequência, está aumentando a disponibilidade do equipamento (VIANA; 2006).

2.1.6 MTTR (*Mean Time to Repair*)

O MTTR (*Mean Time To Repair*) ou tempo médio de reparo, em português, é a divisão entre a soma total de horas que o equipamento ficou indisponível devido a intervenções de manutenção, pelo número de intervenções no determinado período. Quanto menor for esse índice, melhor a efetividade da manutenção, pois isso mostra que ela está cada vez menos impactando na produtividade, (Viana; 2006).

Apesar de ser necessário manter o MTTR baixo, existem algumas ressalvas. Não existe um valor ideal para esse indicador, pois cada empresa terá equipamentos, máquinas e situações diferente e, portanto, terá MTTRs diferentes. Outro ponto a ser levado em conta é o de não exigir que esse valor seja muito baixo, pois pode induzir a equipe ao erro, realizando a manutenção muito rapidamente, e assim, não realizando a manutenção da forma correta. (ENGETELES, 2016)

O tempo médio para reparo começa a contar a partir da falha do equipamento, até o momento em que o equipamento retorna às condições normais de operação, ou seja, quando ele está disponível para a produção, (Soeiro; 2007).

2.1.7 Disponibilidade

De acordo com Fogliatto e Ribeiro (2009), a confiabilidade de um item é a probabilidade que ele tem de desempenhar sua função adequadamente, por um determinado intervalo de tempo e em condições ambientais definidas.

Viana (2006) diz que a maneira de calcular a disponibilidade pode variar de acordo com a empresa em questão. O mesmo autor também define disponibilidade como a porcentagem de tempo em que um equipamento ou planta, está disponível para operação em relação as horas do período.

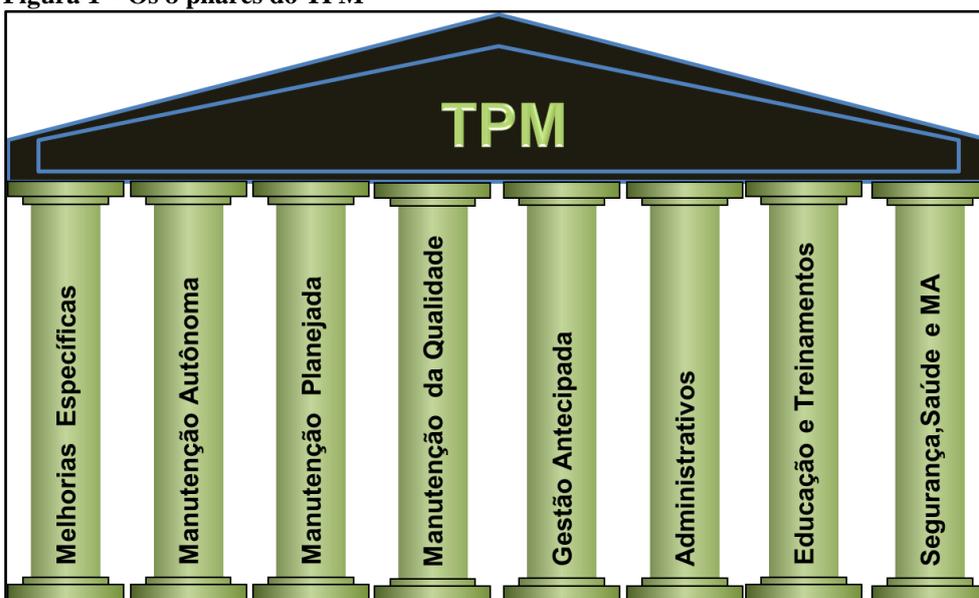
2.2 CICLO TPM

A manutenção produtiva total teve início no Japão, por volta do ano de 1971, em uma empresa do grupo Toyota, derivada de outros planos de manutenção que já existiam na empresa. Conforme Soeiro (2007), o método TPM surgiu como uma alternativa ao cenário econômico vivido na época, que obrigou as empresas a serem mais competitivas para se garantirem no mercado. Considerada uma evolução da manutenção corretiva para a manutenção preventiva, a TPM expandiu os conceitos da manutenção, se preocupando também em evitar problemas de qualidade causados por defeitos e desgaste nas máquinas e equipamentos.

Entre as principais características da TPM, podemos destacar a mudança cultural, visando otimizar ao máximo o rendimento dos equipamentos, buscando sempre prevenir as perdas relacionadas, como zero quebras, zero defeitos de qualidade e zero acidentes. Para isso o TPM envolve todos os departamentos da empresa, desde os cargos mais altos da gestão, até um simples operador.

A manutenção produtiva total, se baseia nos conceitos dos 8 pilares, mostrados na Figura 1. Cada pilar é uma forma de trabalho, tendo como objetivo a redução e a separação de perdas de acordo com suas peculiaridades (Oliveira; 2013).

Figura 1 – Os 8 pilares do TPM



Fonte: Randon, (2022).

Segundo Kardec e Nascif (2009), os 8 pilares são o que dão a sustentação para que o TPM consiga atingir a maior eficiência produtiva. A seguir, cada um dos pilares está explicado de forma sucinta.

Melhoria específica: focada na melhoria geral do negócio, procura reduzir problemas e aumentar o desempenho.

Manutenção autônoma: envolve e ensina os operadores na manutenção e preservação dos equipamentos, realizando atividades como limpeza, lubrificação e pequenos reparos.

Manutenção planejada: Significa ter o planejamento e o controle da manutenção, através da utilização de técnicas de planejamento (softwares) e utilização de sistemas mecanizados de planejamento e programação.

Educação e treinamento: Ampliação da capacitação do pessoal da manutenção e operação através de treinamentos.

Controle inicial: Estabelecimento de um programa para gerenciar a fase inicial de projetos, afim de eliminar as falhas logo no início.

Manutenção da qualidade: Estabelecimento de um programa para buscar o zero defeito, consiste em um conjunto de atividades, que permitem as máquinas terem condição de produzirem os produtos sem defeitos.

TPM nas áreas administrativas: Pilar focado em buscar a redução de custos em processos administrativos, além de melhorar a qualidade a eficiência no fornecimento de recursos para a produção.

Segurança, saúde e meio ambiente: Estabelecer um sistema de saúde, segurança e meio ambiente, atendendo as exigências legais e buscando o acidente zero (Kardec; Nascif, 2009).

2.3 MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

A cada dia as empresas encontram um mercado mais competitivo e a Manutenção Autônoma, um dos pilares do TPM, se mostra como um diferencial de grande potencial para alavancar o resultado de produtividade e minimizar seus custos em todo processo produtivo. Conforme Kardec e Ribeiro (2008), manutenção autônoma consiste em desenvolver o sentimento de propriedade e zelo dos operadores pelos equipamentos, capacitá-los para que sejam capazes de inspecionar e detectar defeitos em seu estado inicial e até realizar pequenos reparos e ajustes.

As inspeções realizadas na manutenção autônoma, são focadas em detectar pequenas falhas, análise dos componentes de qualidade e segurança. Segundo Xenos (2004), o mau desempenho dos equipamentos é causado pelo relacionamento e conflitos entre os departamentos de produção e de manutenção, porém, a implantação da manutenção autônoma, faz com que o operador seja cada vez mais participativo, e se sinta parte importante do processo.

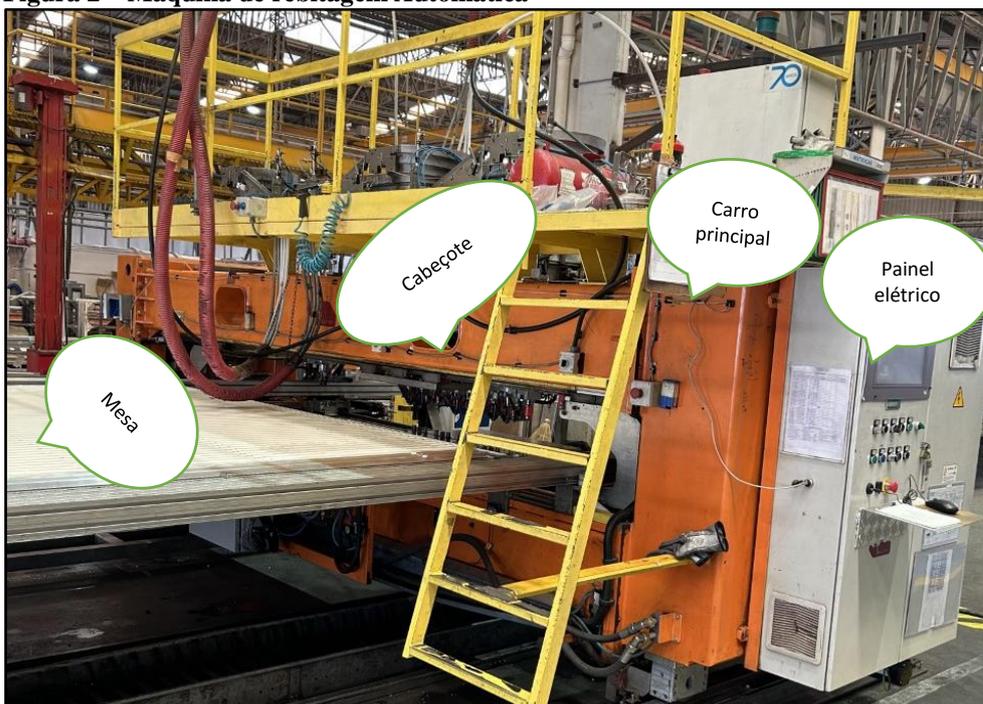
A equipe de manutenção, só é chamada quando os operadores não conseguem solucionar o problema ali mesmo. Assim, o operador assume suas atribuições de uma forma que permita que tanto a manutenção preventiva quanto a corretiva estejam sempre interagindo entre si. A manutenção autônoma não significa transferir a manutenção das máquinas totalmente para o operador, mas passa a exigir que o operador conserve sua máquina e que a manutenção conserte o restante, (Pereira, 2011).

2.4 MÁQUINA DE REBITAGEM AUTOMÁTICA

Um dos processos mais importantes na fabricação de implementos rodoviários da empresa, é o processo de rebiteamento de chapas, processo que precisa ser feito de forma eficiente e eficaz. Para tal, a empresa investiu um valor considerável na compra de uma máquina capaz de realizar esse processo de forma automática.

Para facilitar o entendimento, segue a Figura 2, mostrando a máquina no layout da empresa.

Figura 2 – Máquina de rebiteagem Automática



Fonte: Randon, (2022).

Sua estrutura pode ser dividida em algumas partes principais, como a mesa, carro principal, carro do cabeçote, cabeçote de rebiteagem, painel elétrico e unidade hidráulica. A mesa consiste em um gabarito onde é colocado o painel com as chapas pré-montadas na estrutura, para posteriormente serem unidas pelo processo de rebiteagem.

Para realizar esse processo, o equipamento possui um carro principal de movimentação, que se desloca de forma longitudinal pelo painel, e de um carro secundário, que se desloca de forma transversal ao painel. Junto a esse carro secundário, temos o cabeçote de rebiteagem, que consiste em oito conjuntos de matrizes, punções, hastes e bicos de papagaio, que trabalham de forma ordenada para realizar o processo de rebiteagem das chapas.

Junto ao carro de movimentação, temos o painel elétrico do equipamento, onde encontramos um sofisticado sistema de automação, composto por drivers e CLPs de última geração. Através de uma tela IHM, o operador seleciona os parâmetros do painel que irá ser rebiteado, como tamanho, número de colunas, tipo de rebiteagem, etc., após isso, a máquina faz a leitura do painel e inicia o processo de rebiteagem.

Para fins de identificação e controle de indicadores, todos os equipamentos recebem uma denominação, sempre iniciando pela sigla MIB, seguida por uma numeração sequencial de acordo com a família do equipamento. No caso da rebiteadora automática, o código atribuído foi o MIB-6330-001.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo do presente artigo é descrever a aplicação da manutenção autônoma em uma indústria metalmeccânica. A elaboração do projeto dividiu-se em algumas etapas principais, partindo de uma revisão bibliográfica sobre manutenção autônoma e TPM, validação com a gestão e posteriormente criação e implantação do plano autônomo no equipamento piloto, além de descrever os resultados obtidos desde o início do projeto até o momento.

3.1 APRESENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA PARA A GESTÃO

Após um diagnóstico de baixo desempenho de produtividade em alguns setores da empresa, foram promovidas algumas reuniões entre diretoria, gerente e a área administrativa da manutenção. A pauta principal foi relacionada ao grande número de quebras, ocorrendo em média, uma parada não planejada a cada 3 dias, o que acabava gerando perdas significantes na produtividade e alto custo com manutenções corretivas e problemas na qualidade dos produtos.

Partindo disso, foi proposto pelo setor da manutenção a implantação da manutenção autônoma nos equipamentos da planta, visto que, muitos desses problemas poderiam ser evitados, se houvesse uma mudança na cultura da organização, atribuindo novas responsabilidades e comprometimento da área operacional com seus respectivos equipamentos.

Após algumas conversas, decidiu-se oficialmente que seria implantado o programa de manutenção autônoma na planta. Para tal, foi definida uma equipe responsável por conduzir as atividades, composta por profissionais de diferentes áreas da empresa, incluindo líderes, coordenadores, orientadores e a área da manutenção.

3.2 DEFINIÇÃO DO PLANO DE IMPLANTAÇÃO E METAS

Após a definição da implantação da manutenção autônoma, e definição da equipe responsável, foram feitas algumas reuniões para definição do plano de implantação e para estipular metas para o projeto. Nessas reuniões, participaram todos os envolvidos no projeto, afim de que, houvesse um total entendimento entre todas as áreas envolvidas e para que todos tenham os mesmos objetivos.

O plano foi dividido em três etapas principais, a primeira foi uma etapa preparatória, que envolveu toda a parte de estruturação para implementar a manutenção autônoma,

elaboração do plano e treinamentos, a fase de implementação, que contemplou o início da manutenção autônoma no equipamento piloto, e por último a ampliação do plano para os demais equipamentos da planta, se o resultado for positivo.

Junto com a definição do plano, foram elencados alguns objetivos principais com a implantação da manutenção autônoma. Dentre eles estão a redução no número e na gravidade das quebras nas máquinas, redução no número de intervenções emergenciais não planejadas em máquinas, redução no tempo de parada de máquinas, redução dos custos totais de manutenção e também uma mudança na cultura dos operadores em relação a responsabilidades e comprometimentos com o estado dos seus equipamentos.

3.3 ESCOLHA DO EQUIPAMENTO PILOTO

Para a escolha do equipamento piloto, foi levado em consideração, alguns critérios, como por exemplo, o equipamento ser um gargalo na produção e com possibilidades de melhoria a curto prazo. Dentre os 40 equipamentos críticos, da empresa em estudo, o que mais se enquadrava nesses requisitos, foi a máquina de rebite automática, equipamento responsável direto por mais de 60% da produção da empresa, e que vinha apresentando diversos problemas de produtividade e qualidade dos produtos.

O ponto principal para a escolha do equipamento, foram as paradas não programadas para manutenção, onde em média, havia uma parada para manutenções corretivas a cada 3 dias, o que acabava gerando reclamações devido a perdas na produtividade. Em contrapartida, a área da manutenção também cobrava a produção sobre a falta de cuidado e responsabilidade com o equipamento, pois ele estava em péssimo estado de conservação, e isso acabava gerando problemas.

Levando todos esses fatores em consideração, foi decidido que a manutenção autônoma seria capaz de amenizar esses problemas, visto que muitos dos problemas seriam evitados se o operador realizasse as devidas verificações, limpezas, lubrificações e pequenos ajustes no equipamento.

3.4 ELABORAÇÃO DO *CHECKLIST*

Definido o equipamento, partiu-se para a elaboração do *checklist* autônomo, mostrado na imagem abaixo, onde foi elaborada a planilha, contendo todas as informações necessárias

para auxiliar o operador na realização das atividades. Para elaborar a planilha, buscou-se a ajuda dos técnicos de manutenção padrinhos do equipamento, devido ao seu alto conhecimento sobre o funcionamento do mesmo.

Figura 3 – Checklist autônomo.

|  <p style="text-align: center;">PLANO MANUTENÇÃO AUTÔNOMA MÁQUINA DE REBITAGEM AUTOMÁTICA (ITALIANA) MIB-6330-001 Período: 2023</p> | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ITEM DE SEGURANÇA - Verificar o funcionamento do botão de emergência. |
| 2 | ITEM DE SEGURANÇA - Verificar estado das travas e sensores |
| 3 | Verificar se os punções estão em bom estado e aptos para o trabalho. |
| 4 | Efetuar limpeza com ar comprimido nas esteiras porta cabos. |
| 5 | Verificar o nível de óleo do sistema hidráulico. |
| 6 | Verificar os sistema de lubrificação dos punções se está mantendo óleo para todos os punções. |
| 7 | Efetuar limpeza com ar comprimido nos cabeçotes inferiores e superiores. |
| 8 | Limpar o radiador com ar comprimido, e a limpeza do grupo hidráulico com panos "sem produtos químicos." |
| 9 | Verificar se as mangueiras de abastecimento do rebite estão amassadas ou trincadas. Assim dificultando a passagem do rebite. |
| 10 | Limpar a base/suporte das painelas e válvulas. |
| 11 | Verificar o nível de vibração no Timer se esta entre 5 a 7 na escala do mesmo. |
| 12 | Limpeza no perímetro da máquina. |
| 13 | Verificar o funcionamento e o estado das botoeiras e lâmpadas. |
| 14 | verificar o funcionamento da IHM (Tela de comando). |
| 15 | Testar o painel remoto, acionando a emergência, verificar as funções de operação. |
| 16 | Verificação de todas as réguas e trilhos no sistema de abastecimento de rebite, caso estejam obstruídas realizar a desobstrução nas mesmas. |
| 17 | Verificar o estado geral dos bicos de papagaio, mola das castanhas e pinças. |
| 18 | Fazer a limpeza das painelas utilizando panos sem produtos químicos. |

Fonte: Autor, (2022).

A parte esquerda da planilha, apresentada na Figura 3, as 18 atividades que devem ser feitas pelo operador, começando pela verificação dos itens de segurança do equipamento, pois dentro da metodologia da empresa, a segurança sempre vem em primeiro lugar. Em seguida tem-se as atividades de verificação do funcionamento de itens do equipamento, lubrificação e limpeza do equipamento e do perímetro da máquina.

Ao lado das atividades, foi elaborado uma tabela de preenchimento diário, onde é feito o acompanhamento das atividades realizadas pelo operador. Essa tabela contém campos de preenchimento para cada atividade que deve ser realizada, tanto para o turno 1, quanto para o turno 2, durante todos os dias do mês em que a máquina trabalhou. O preenchimento deve ser feito de acordo com as instruções localizadas no canto inferior esquerdo do *checklist*.

3.5 TREINAMENTO DAS EQUIPES

Após a elaboração do *checklist* autônomo, foi realizado um treinamento para os operadores, dividido em duas etapas. Na primeira etapa, houve um treinamento teórico, ministrado pelo analista de manutenção e pelo orientador, afim de conscientizar os operadores quanto a importância da realização da manutenção autônoma e os benefícios que ela pode trazer para todos.

Neste treinamento teórico foi apresentado e discutido o *checklist* para preenchimento diário pelos operadores. O *checklist*, apresentado na figura 3, consiste em uma planilha de inspeção diária do equipamento, que deve ser visualizada e preenchida pelo operador, afim de identificar possíveis problemas e paradas não planejadas do equipamento.

Após isso, em um segundo momento foi realizado um treinamento prático na fábrica para que os operadores pudessem testar e interpretar as atividades e os pontos de verificação dos equipamentos. Os pontos de verificação dos equipamentos estão todos descritos no checklist, que, a partir de então, passou a ficar anexo à máquina para ser consultado e devidamente preenchido pelo operador.

Ficou definido que todas as irregularidades percebidas durante a realização do *checklist* devem ser sanadas imediatamente. Como os operadores também foram treinados para fazer alguns reparos simples, ou alguns ajustes, cabe a ele definir se o problema pode ser resolvido por ele mesmo, ou se precisará ser aberto um chamado para a equipe da manutenção.

3.6 LIMPEZA INICIAL E INICIO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Antes do início da manutenção autônoma, foram feitas as primeiras atividades de limpeza e verificação da máquina, em conjunto entre operadores da produção, líderes da área e equipe da manutenção. Com isso, foi gerado um padrão provisório de limpeza e inspeção, com isso, nos próximos passos, é possível identificar as melhorias neste padrão, reduzindo o tempo de limpeza e de inspeção.

Neste primeiro momento já foi notado uma grande diferença no aspecto visual do equipamento e detectados alguns possíveis pontos de melhorias, como vazamentos, peças danificadas. Além disso foi detectado um ponto de geração de sujeira, onde os tocos de rebites caíam diretamente no chão. Para solucionar o problema de imediato, foi instalada uma calha para coletar os tocos de rebites e evitar que caíam no chão.

Na planilha podemos ver o preenchimento com um “ok”, quando as atividades foram realizadas e o operador não encontrou nenhuma irregularidade. Caso encontre alguma irregularidade, o operador foi orientado a preencher o campo com a letra “N”, significando uma não conformidade. Neste caso, a orientação é que o operador abra um chamado para a manutenção caso for necessária uma intervenção.

No início, houve uma discussão sobre o tempo que o operador perderia de produção para realizar as atividades de verificações, porém, após algumas conversas, chegou-se em um consenso sobre a importância da realização das mesmas, disponibilizando um tempo de 15 minutos antes do início do turno, para que os operadores realizem as verificações.

4.2 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Nos primeiros 5 meses da implantação do plano, já foi possível fazer uma análise dos resultados obtidos, através da coleta de dados feita no equipamento e também através de observações visuais no local no setor. Os dados referentes as manutenções realizadas, foram coletadas no sistema utilizado pela empresa, o SAP, onde os técnicos fazem os registros das ordens de manutenção realizadas por eles. Através do sistema, pode-se consultar dados como tempos de parada, descrição do problema, descrição do serviço realizado, peças utilizadas e valor gasto com o conserto.

Para análise de resultados, foram comparados os indicadores de MTBF, MTTR e custos de manutenção, levando em consideração as paradas não programadas que aconteceram no período, ou seja, paradas onde houve perda ou atraso na produção. Os dados iniciais foram coletados entre agosto e novembro de 2022 e os dados após a implantação foram coletados entre janeiro e maio de 2022.

4.2.1 MTBF

A Tabela 1, apresenta a comparação no MTBF, ou tempo médio entre falhas, medido antes e depois da implantação.

Tabela 1 – MTBF antes e depois da manutenção autônoma (em horas)

| Equipamento | Antes da implantação | Depois da implantação | Varição |
|--------------|----------------------|-----------------------|---------|
| MIB-6330-001 | 53,33 horas | 76,19 horas | 42% |

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Antes do início das atividades, o tempo entre falhas medido era consideravelmente baixo, havendo uma parada não planejada para manutenções corretivas a cada 3,33 dias, ou a cada 53,33 horas de operação. Após o período de implantação, já se percebe uma melhora considerável, subindo esse tempo para 4,76 dias ou 76,19 horas, ou seja, um aumento de cerca de 42% no tempo entre uma falha e outra. Com as verificações sendo realizadas de forma rotineira, muitos problemas são percebidos ainda na fase inicial, o que possibilita programar uma parada para realizar o conserto, não havendo perdas na produção.

Dentre os vários problemas detectados, pode-se destacar alguns mais frequentes, como por exemplo, um vazamento de óleo em uma mangueira hidráulica ou um vazamento de ar, que poderiam ocasionar uma parada caso o problema se agravasse. Além de problemas mecânicos e elétricos, outro ponto crucial foi a detecção de falhas nos sistemas de segurança da máquina, visto que, o pilar de segurança, é o mais importante nas diretrizes da empresa.

Das ordens corretivas atendidas pela manutenção nesse período, cerca de 70% são problemas mecânicos, ocasionados principalmente pelo desgaste dos componentes e o restante são problemas na parte elétrica do equipamento, causados principalmente pela falta de cuidado no período que antecedeu a implantação da manutenção autônoma.

4.2.2 MTTR

A Tabela 2, apresenta os valores do MTTR, ou tempo médio para reparo, antes e depois da implantação.

Tabela 2 - MTTR antes e depois da manutenção autônoma (em horas)

| Equipamento | Antes da implantação | Depois da implantação | Varição |
|--------------|----------------------|-----------------------|---------|
| MIB-6330-001 | 1,87 horas | 1,07 horas | 43% |

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Antes do início do programa, havia uma grande reclamação da produção sobre o tempo perdido com manutenções corretivas, onde o tempo médio de reparo ficava em torno de 1,87 horas cada parada, após o início da manutenção autônoma, houve uma redução no tempo de reparo, diminuindo para cerca de 1,07 horas, uma diminuição de cerca de 43%.

Um dos fatores fundamentais para essa redução, foi o fato de que alguns dos problemas foram solucionados pelo próprio operador, não sendo necessário deslocamento da equipe de manutenção até o local. Outro ponto que contribuiu para isso, foi a diminuição na gravidade

das ocorrências, pois como os problemas são percebidos ainda em um estágio inicial, a correção dos mesmos se torna mais fácil e mais rápida.

4.2.3 Disponibilidade

Analisando os resultados, percebemos uma boa melhora nos números de MTBF, isso porque através das verificações feitas durante a manutenção autônoma, podemos perceber algumas possíveis falhas, e assim, planejar uma parada para solucionar o problema antes que houvesse uma quebra. Houve também uma boa melhora no tempo de reparo, devido a alguns fatores principais, como o fato do próprio operador realizar algumas atividades que antes era da manutenção, e também pela diminuição na gravidade das ocorrências.

Portanto, com o aumento no intervalo entre falhas, e diminuição no tempo de reparo, conseguimos aumentar a disponibilidade do equipamento, ou seja, o tempo em que o equipamento está disponível para a operação em relação as horas da jornada de trabalho. Para calcular este indicador, subtraímos o valor do MTTR do valor do MTBF, e dividimos pelo próprio MTBF, resultando em um aumento percentual de mais de 2%, passando de 96,48% para 98,59% de tempo disponível para produção.

O acréscimo de 2 pontos percentuais não parece significativo, porém se analisarmos que a máquina trabalha 16 horas por dia, 5 dias por semana, obtemos um ganho de 6,4 horas a mais de produção por mês, tempo suficiente para a produção de 6 painéis laterais, suficientes para montagem de 3 produtos completos. Isso confirma que a manutenção autônoma pode sim, aumentar a capacidade produtiva do equipamento e por consequência, da planta toda.

4.3 PROBLEMAS DE QUALIDADE

Outro ponto que estava impactando eram os defeitos na qualidade dos produtos fabricados pela máquina, onde eram percebidos problemas como, chapas marcadas, rebites fora de posição, entre outros. Quanto a isso, houve uma redução nas reclamações referentes a esses problemas, muito por conta de algumas melhorias feitas no equipamento, que eliminaram alguns problemas crônicos, originados de erros de funcionamento, principalmente na parte mecânica,

Porém, para garantir que os produtos continuem saindo com qualidade, é preciso garantir que as condições básicas do equipamento sejam mantidas. A manutenção autônoma é

um grande aliado para garantir isso, pois realizando as verificações, o operador pode encontrar possíveis problemas que estejam afetando a qualidade dos produtos e então, identificar e solucionar as suas causas.

4.4 MUDANÇA DE MENTALIDADE

Além da melhoria nos indicadores citados acima, uma das conquistas mais relevantes, senão a mais importante de todas, conseguidas com a manutenção autônoma, foi a mudança na mentalidade dos operadores. No início houve uma dificuldade na aceitação, porém, com o passar do tempo, estes passaram a entender e se adaptar a essa nova filosofia de trabalho. Hoje percebemos uma grande diferença no estado de conservação do equipamento, pois diariamente são feitas atividades de limpeza da máquina e do perímetro, lubrificações e inspeções.

Outro ponto importante a se destacar, foi a melhora no relacionamento entre manutenção e produção, onde antes havia sempre uma discussão sobre quem era o responsável por manter o equipamento em boas condições, hoje as duas áreas trabalham de forma conjunta, em busca do estado ideal de zero falhas no equipamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os resultados obtidos com a implementação da manutenção autônoma, é perceptível uma grande mudança nos indicadores de desempenho do equipamento, muito graças ao trabalho conjunto entre manutenção e produção, onde as duas áreas trabalham juntas em busca do objetivo de zelar pelo equipamento.

O programa de estruturação da manutenção autônoma, foi iniciando por um equipamento piloto, o qual é responsável direto na fabricação de grande parte dos produtos da empresa. O mesmo estava apresentando diversos problemas com relação a produtividade e qualidade dos produtos, porém, com o auxílio da manutenção autônoma, muitos desses problemas foram corrigidos ou amenizados.

Os principais resultados obtidos, foram um aumento de 42% no tempo médio entre falhas, diminuição de 43% no tempo de reparo e uma melhora na disponibilidade do equipamento, chegando à marca de 98,59% do tempo disponível para operação. Esse aumento na disponibilidade, parece ser desprezível, porém, se analisado a longo prazo, esse número representa um ganho de 6,4 horas de operação no mês. Nesse tempo é possível produzir 6

painéis laterais, o que é suficiente para montagem de 3 produtos, agregando um valor considerável nos resultados da empresa.

Portanto, conclui-se que a manutenção autônoma pode auxiliar no aumento da eficiência da manutenção, e por consequência, auxiliar a empresa no aumento de sua competitividade no mercado. Conclui-se também, que a utilização da mão de obra do operador é de grande importância para o funcionamento da manutenção autônoma, e que os mesmos devem estar motivados, treinados e capacitados para que os resultados esperados sejam alcançados. Caso contrário é muito provável que a implantação da manutenção autônoma não tenha sucesso.

Agora, a grande oportunidade está em expandir a manutenção autônoma para outras áreas da empresa. Visto que, os resultados alcançados no equipamento piloto foram positivos, será feita uma continuação do estudo, analisando a eficiência do plano nos demais equipamento críticos da planta.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro. 1994.

BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. São Paulo: Ciência Moderna, 2008.

ENGETELES. **Manutenção Preditiva: o que é e como pode te ajudar**. Disponível em: <https://engeteles.com.br/manutencao-preditiva/>. Acesso em: 26 março. 2023.

FOGLIATTO, F.S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

KARDEC, A.; NASCIF, J.; BARONI. T. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2007.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KARDEC, A.; RIBEIRO, H. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

MORO, N.; AURAS, A. P. **INTRODUÇÃO À GESTÃO DA MANUTENÇÃO**. Florianópolis, 2007.

OLIVEIRA, M. R. **Estudo e adaptação dos conceitos da TPM. – Manutenção produtiva total – como metodologia para integrar manutenção e produção**. 2013.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção – Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2011.

SOEIRO, M. V. de A., OLIVIO, A., LUCATO, A. V. R. **Gestão da Manutenção.** (2017).

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 2004.