



GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

KANEKO, Filipe Pacor ¹

NEVES, Lucas Oliveira ²

TABAH, June³

Resumo

O profissional da Engenharia poderá atuar na gestão da manutenção, onde os procedimentos devem ser analisados, calibrados e organizados, elaborando um sistema, estabelecido para cada ativo da empresa, uma criticidade em relação ao grau de importância para o negócio ou a organização. No setor de manutenção, deve-se escolher o melhor formato ou todos os tipos de conserto e preservação de equipamentos, maquinários e instalações, como: a manutenção corretiva, a manutenção preventiva, a manutenção preditiva ou a manutenção produtiva total. O objetivo deste artigo foi conhecer em linhas gerais a gestão da manutenção industrial, para tanto, a metodologia utilizada considerou uma pesquisa da literatura de caráter exploratório, em livros, artigos acadêmicos e páginas eletrônicas sobre o assunto. Os principais resultados estão relacionados com: a manutenção preditiva, com o treinamento e habilitação dos trabalhadores, e que este fato está relacionado com o aumento da vida útil das máquinas ou equipamentos; a manutenção corretiva, que deve ser analisada, quanto ao aspecto de custo, assim, se ela puder ser programada para uma data planejada, por conta de ser ter outro equipamento para substituir ou a não necessidade por algum motivo; e a introdução da manutenção autônoma da TPM.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção. Manutenção Corretiva. Manutenção Preditiva. Manutenção Preventiva. Manutenção Produtiva Total.

1 Introdução

Todo parque industrial possui a necessidade de obter profissionais com formação especializada nas questões gestoras, envolvidos com o controle, os processos e outros.

¹ Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Municipal de Franca Uni-FACEF. Endereço eletrônico: [filipekaneko1@gmail.com].

² Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Municipal de Franca Uni-FACEF. Endereço eletrônico: [lucassta2025@gmail.com].

³ Docente da Engenharia de Produção do Centro Universitário Municipal de Franca Uni-FACEF. Endereço eletrônico: [junetabah@gmail.com].



Um país em desenvolvimento, como o Brasil, possui um estado de crescimento natural, ainda que pesem períodos de crise entre os de progresso. Para tanto, o Engenheiro de Produção pode enfrentar estes desafios em uma empresa, com competências que lhes permitam perceber demandas e tendências do mundo do trabalho, tornando-as realidades em forma de produção.

Na globalização o mercado seleciona profissionais que atendam uma demanda altamente segmentada entre os vários modelos da gestão da manutenção, com produções personalizadas, para o atendimento de empresas e clientes.

Neste mercado, existe constante busca por elementos diferenciais, tais como: melhoria contínua, aumento da vida útil de um equipamento ou maquinário, aumento da produtividade com qualidade assegurada, agregação de valor, redução de custos, modernizações dos processos pela adoção de novas tecnologias e inovações.

No Brasil, as indústrias necessitam de profissionais da Engenharia de Produção como responsáveis por aprimorar a gestão, os processos produtivos, as finanças, e fazer a diferença frente ao mercado cada vez mais exigente. O pátio fabril de uma indústria, passa por diversos setores até a fabricação do produto final, para que atenda às necessidades dos clientes, são vários processos produtivos. Assim, quanto mais assertiva é a gestão da manutenção industrial, mais chances de o produto atender as expectativas de qualidade.

Segundo Pereira (2011, p.103), “o engenheiro de manutenção precisa elaborar um sistema, estabelecido para cada ativo da empresa uma criticidade em relação ao grau de importância para o negócio ou a organização”.

O objetivo deste artigo foi conhecer em linhas gerais a gestão da manutenção, para tanto, a metodologia utilizada considerou uma pesquisa da literatura, de caráter exploratório, em livros, artigos acadêmicos e páginas eletrônicas sobre o assunto.



Para Gil (2022), a revisão da literatura serve para definir a linha limítrofe da pesquisa que se deseja desenvolver, assim, é considerada um passo inicial para qualquer pesquisa científica e é desenvolvida com base em material já elaborado em livros, artigos, teses e outros, possui caráter exploratório, que permite maior familiaridade com o problema, o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

O conhecimento da gestão da manutenção, se justifica pelo fato de acreditar na contribuição para a melhoria do setor de manutenção, dos equipamentos, das máquinas e das instalações, para o planejamento e a programação de tarefas, podendo controlá-las com maior desempenho, e promover (caso não tenha) a implantação da manutenção preventiva, preditiva e da manutenção produtiva total, para o aumento da vida útil de máquinas e equipamentos.

2 Referencial teórico e trabalho correlatos

Este referencial teórico apresenta a gestão da manutenção, o planejamento e controle da manutenção; os tipos de manutenção, como a corretiva, a preventiva e a preditiva; a manutenção produtiva total, com as melhorias individualizadas, as manutenções do tipo autônoma e planejada, a educação e treinamento, o controle inicial, a qualidade na manutenção e o sistema administrativo da manutenção.

2.1 Gestão da manutenção industrial

Os processos industriais visam garantir, a qualidade, a demanda necessária de seu produto, com o controle financeiro, para investir o menos possível, e que seja suficiente para as suas instalações, maquinários, equipamentos e funcionários, assim, garantir o funcionamento desejado. Para isso, é necessária uma gestão inteligente para que a empresa siga os modelos mais eficazes e econômicos. Manter os equipamentos e instalações em boas



condições de funcionamento está ligado com o processo industrial, em uma sincronia de reparos nas máquinas, inspeções, rotinas preventivas, troca de peças e componentes, troca de óleos limpezas pinturas correção em defeitos, compra ou fabricação de componentes gastos, entre outros, chamado manutenção (MOUTA,2011).

A manutenção é uma combinação de todas as ações técnicas e administrativas, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. A filosofia de manutenção remonta um conjunto de princípios para a organização e a execução da manutenção, com: o planejar, o programar, o controlar e o monitorar (NBR-5462, 1994/2020).

A manutenção deve estar alinhada à produção, pois os reparos no equipamento e ou na máquina, influenciam de maneira direta na qualidade e na quantidade do produto produzido, uma sincronia no rendimento de um maquinário, para que se evite quebras não programadas durante o funcionamento (MOUTA,2011).

No programa de manutenção é necessário conhecer os riscos, tanto interno, como a operação, a inspeção e outros, como os fatores externos, do público, das autoridades, do meio ambiente, entre outros. Este modo de basear no risco, é um modelo de gestão da manutenção que tem como princípios, minimizar os perigos causados por falhas no maquinário, criar procedimentos viáveis e ter foco na segurança do trabalho (LIMA; SANTOS; SAMPAIO, 2010).

Os acidentes podem ser evitados, à exceção dos que são provocados pelas forças da natureza, como no caso das descargas atmosféricas. É o risco a que todos nós estamos sujeitos e sobre o qual não temos nenhum controle. Muitos de nós acreditamos que o acidente seja resultado de nosso destino, sendo inevitável. Porém há uma relação causa e efeito. Sem uma causa, o acidente (efeito) não aconteceria (PERREIRA, 2011, p. 50).

A plenitude da manutenção, está em encontrar o ponto de equilíbrio entre benefício e custo, para a contribuição positiva e rentável do todo, assim, a compra de reparos, fabricação de peças de substituição, necessidade de parar



a produção para revisões, e outros diversos itens relacionados a manutenção, devem ser controlados com afinco (MOUTA,2011).

Segundo Sherwin (2000), o processo da manutenção possui quatorze funções essenciais a serem seguidas para manutenção, terá uso de sistemas e processos nos erros afetados pelo planejamento e controle. As funções fazem parte do modelo da Universidade de Eindhoven na Holanda, para as funções da manutenção e as principais atividades e decisões, são:

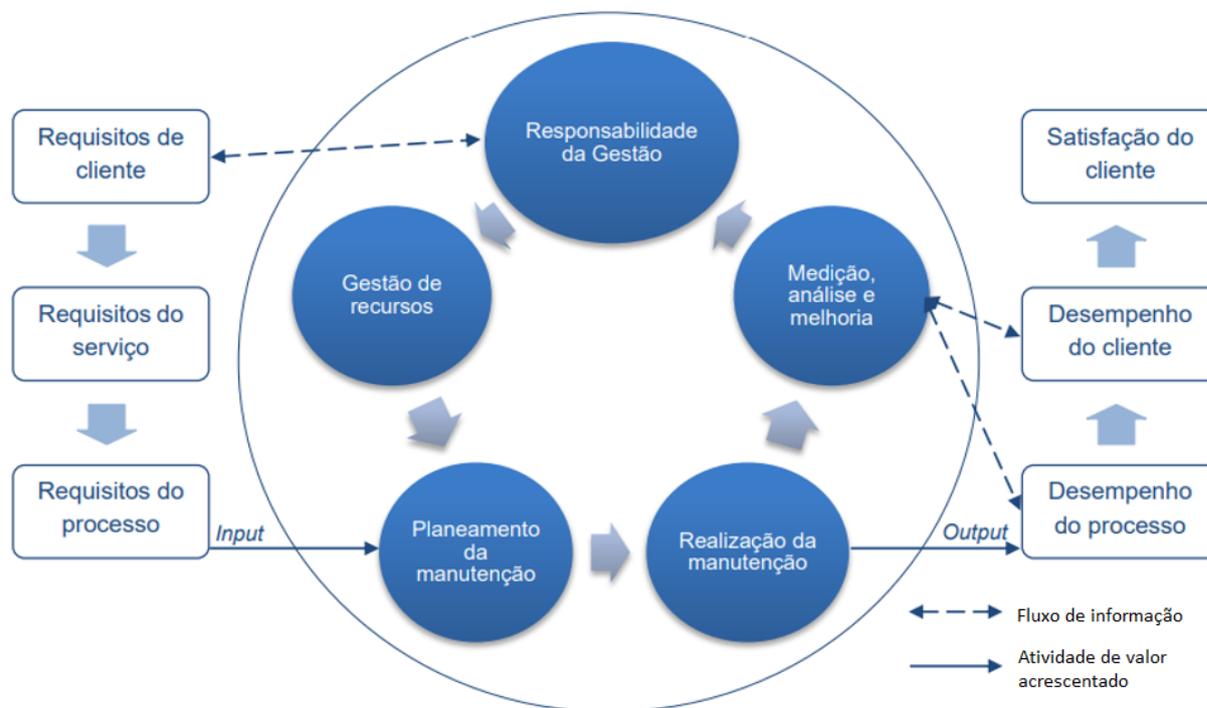
- Sistemas técnicos – registro dos ativos, controle de configuração e integração;
- Recursos Internos – centralização, terceirização, treinamento e capacitação e o envolvimento dos operadores;
- Recursos externos de empresas contratadas – habilidades especiais e equipamentos, demanda, custos, responsabilidade e comprometimento;
- Recursos externos da gestão global da organização – dependência da gestão global da companhia e o *feedback*;
- Planejamento e controle da manutenção – manutenção planejada, integração, supervisão, revisões, paradas e a análise do caminho crítico;
- Controle de estoques de consumíveis e sobressalentes – logística de materiais e o custo do *lead time*;
- Planejamento e controle de equipamentos rotativos, por exemplo, conjuntos inteiros mantidos em estoque para reduzir a indisponibilidade – estados de modificação, fronteiras dos módulos, internalização e contratação;
- Avaliação dos resultados – mudanças nos programas, métodos e organização e política;
- *Feedback* terotecnológico – melhoria da próxima geração dos sistemas técnicos;

- Metodologia de projeto de sistemas – *checklists*, análise de causas e efeitos dos modos de falha;
- Especificação de sistemas técnicos – seleção de novas máquinas visando evitar problemas antigos;
- Projeto de sistemas técnicos – dados de projeto, desenhos e informações como usuário;
- Fabricação de sistemas técnicos – participação da manutenção no controle de qualidade;
- Conceituação de manutenção para sistemas técnicos – determinação de recursos, alterações, esforços e intensidade de uso e de como os dados devem ser coletados.

O modelo apresenta as funções da manutenção, como sendo, os sistemas técnicos, os recursos internos e externos, o planejamento e controle da manutenção (P&C), o controle dos estoques para reduzir a indisponibilidade de peças, a avaliação, o *feedback* entre outros. Conclui Mouta (2011) que a gestão da manutenção, constitui um ponto de equilíbrio entre o conjunto das ações destinadas a encontrar e a situar o nível da manutenção desejada e necessária.

A Figura 1, apresenta um modelo de sistema de gestão de manutenção orientado por processos, onde a satisfação do cliente é o resultado final esperado, sabendo-se que as entradas para este sistema de gestão são os requisitos do cliente do serviço e do processo.

Figura 1 – Modelo de sistema de gestão da manutenção.



Fonte: Baseado na NP 4483: 2009, 2008, p.9.

No sistema de gestão da manutenção da Figura 1, pode partir dos requisitos do cliente, dos serviços e do processo, trazendo para o momento fabril a responsabilidade da gestão, a gestão de recursos, o planeamento da manutenção, a realização da manutenção e a medição e análise da melhoria. Em seguida, verifica-se o desempenho do processo, o desempenho do cliente e a satisfação, como melhoria contínua.

2.2 Normas e tipos de manutenção

Como o intuito da manutenção, é manter ou reestabelecer o estado ideal de funcionamento e de segurança, de uma determinada máquina, equipamento ou instalação, mesmo quando exista a deterioração e desgastes causados por oxidações, movimentações de peças, vida útil do material ou outros motivos, mas sempre visando o menor custo e a melhor maneira da execução (MOUTA,2011).

Segundo a Norma Regulamentadora Brasileira NR-12 (2022, parágrafo 12.11) que tece sobre manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza de máquinas, equipamentos e instalações, apresenta que:

12.11.1 As máquinas e equipamentos devem ser submetidos a manutenções na forma e periodicidade determinada pelo fabricante, por profissional legalmente habilitado ou por profissional qualificado, conforme as normas técnicas oficiais ou normas técnicas internacionais aplicáveis.

12.11.2 As manutenções devem ser registradas em livro próprio, ficha ou sistema informatizado interno da empresa, com os seguintes dados:

- a) intervenções realizadas;
- b) data da realização de cada intervenção;
- c) serviço realizado;
- d) peças reparadas ou substituídas;
- e) condições de segurança do equipamento;
- f) indicação conclusiva quanto às condições de segurança da máquina;
- e
- g) nome do responsável pela execução das intervenções.

12.11.2.1 O registro das manutenções deve ficar disponível aos trabalhadores envolvidos na operação, manutenção e reparos, bem como à Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, ao Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT e à Auditoria Fiscal do Trabalho.

12.11.2.2 As manutenções de itens que influenciem na segurança devem: a) no caso de preventivas, possuir cronograma de execução; b) no caso de preditivas, possuir descrição das técnicas de análise e meios de supervisão centralizados ou de amostragem.

Os tipos de manutenção são as formas de como as intervenções são executados nas máquinas, nos equipamentos ou nas instalações de produção, podendo ser divididas em três tipos clássicos: a manutenção corretiva; a manutenção preventiva; e a manutenção preditiva (DANTAS, 2019).

Segundo a NBR 5462 (1994/2020), dois itens são cernes da manutenção, que são: o termo confiabilidade, que tem a capacidade de um item desempenhar uma função requerida, durante um intervalo de tempo, como uma medida de tempo, portanto, uma medida de desempenho; e a mantenabilidade, que é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em execução, por exemplo, quando uma manutenção for executada com parâmetros, procedimentos de forma ordenada, a execução do serviço descrito com condições determinantes.

A manutenção deve ser executada por profissionais treinados e habilitados para a intervenção:

A manutenção, inspeção, reparos, limpeza, ajuste e outras intervenções que se fizerem necessárias devem ser executadas por profissionais capacitados, qualificados ou legalmente habilitados, formalmente autorizados pelo empregador, com as máquinas e equipamentos parados e adoção dos seguintes procedimentos: a) isolamento e descarga de todas as fontes de energia das máquinas e equipamentos, de modo visível ou facilmente identificável por meio dos dispositivos de comando; b) bloqueio mecânico e elétrico na posição “desligado” ou “fechado” de todos os dispositivos de corte de fontes de energia, a fim de impedir a reenergização, e sinalização com cartão ou etiqueta de bloqueio contendo o horário e a data do bloqueio, o motivo da manutenção e o nome do responsável; c) medidas que garantam que à jusante dos pontos de corte de energia não exista possibilidade de gerar risco de acidentes; d) medidas adicionais de segurança, quando for realizada manutenção, inspeção e reparos de máquinas ou equipamentos sustentadas somente por sistemas hidráulicos e pneumáticos; e e) sistemas de retenção com trava mecânica, para evitar o movimento de retorno acidental de partes basculadas ou articuladas abertas das máquinas e equipamentos (NR-12, 2022, item 12.11.3).

Pela Norma Regulamentadora Brasileira NR-12 (2022, item 12.11.4), na manutenção de máquinas e equipamentos deve ser realizado, quando indicado pelo fabricante, os ensaios não destrutivos - ENDs, estes ensaios devem atender às normas técnicas oficiais ou normas técnicas internacionais aplicáveis, nas estruturas e componentes submetidos a solicitações de força, que podem ocorrer a ruptura ou o desgaste de partes ou inteiro e ocasionar acidentes ocupacionais.

Nas solicitações de manutenção das máquinas, equipamentos e das instalações, sempre que for detectado qualquer falha no produto ou componente que está sendo fabricado ou algum defeito, ruído diferente ou outro e que possa comprometer a segurança do funcionário ou de outros, “deve ser providenciada sua reparação ou substituição imediata por outra peça ou componente original ou equivalente, de modo a garantir as mesmas características e condições seguras de uso” (NR-12, 2022, item 12.11.5).



Para tanto, deve-se conhecer a seguir estes três tipos e suas vantagens e desvantagens, a seguir: a manutenção corretiva, a manutenção preventiva e a manutenção preditiva.

2.2.1 Manutenção corretiva

Manutenção corretiva é “efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida” (NBR-5462, 1994/2020, item 2.8.8).

Este tipo de manutenção é realizado após a ocorrência de uma falha e quando se pretende colocar um componente num estado em que se pode executar a função requerida, trata-se da manutenção que não foi programada, os funcionários da manutenção agem na máquina, no equipamento ou instalações após a detecção de uma avaria, que compromete o seu funcionamento. Neste modelo de manutenção, existem também outros dois tipos: a manutenção paliativa, que executa o reparo de maneira provisória; e a curativa, que executa uma reparação adequada do equipamento ou outros (MOUTA,2011).

De acordo com a Norma Brasileira NR-12, a manutenção corretiva é a “manutenção efetuada após a ocorrência de um defeito, falha, quebra ou necessidade de ajuste destinada a restaurar o padrão de operação da máquina ou equipamento” (NR-12, 2022, anexo IV).

A manutenção corretiva é amplamente conhecida no setor manufatureiro como, ainda, a forma mais comum para reparo de um equipamento com problema, que somente quando quebra é reparado (DANTAS, 2019).

Um exemplo de manutenção corretiva é quando o pneu do carro fura, e então o funcionamento do carro está comprometido e dependendo da ocasião, fica até impossível de se transitar com o veículo sendo obrigatório sua parada para o mesmo ser reparado (MOUTA,2011).



2.2.2 Manutenção preventiva

Manutenção preventiva é “efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (NBR-5462, 1994/2020, item 2.8.7).

De acordo com a Norma Regulamentadora Brasileira NR-12, a manutenção preventiva é a “manutenção realizada a intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, e destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um componente” (NR-12, 2022, anexo IV).

De acordo com a NBR-5462 (1994/2020), a manutenção programada é conhecida como a “manutenção preventiva efetuada de acordo com um programa preestabelecido” (item 2.8.10), já a manutenção não-programada é uma “manutenção que não é feita de acordo com um programa preestabelecido, mas depois da recepção de uma informação relacionada ao estado de um item” (item 2.8.11).

Ademais, a manutenção preventiva é realizada em tempos certos, e normalmente com critérios prescritos, destinada a diminuir as chances de falhas ou é de degradação na máquina, equipamento ou instalações.

2.2.3 Manutenção preditiva

A manutenção controlada, também é conhecida como manutenção preditiva, que conforme a norma brasileira da ABNT:

permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva (NBR-5462, 1994/2020, item 2.8.9).

De acordo com a Norma Regulamentadora Brasileira NR-12 (2022, anexo IV), a manutenção preditiva é a manutenção que tem a probabilidade de



garantir a vida longa da máquina, do equipamento ou da instalação, melhorando a qualidade do serviço, reduzindo o tempo dos outros tipos de manutenção.

2.2.4 Manutenção produtiva total

O surgimento da manutenção produtiva total - TPM, se deu a partir do final da segunda Guerra Mundial, a evolução das indústrias de fabricação e montagem, onde o Japão entrou no desenvolvimento da tecnologia industrial, se tornando um dos líderes mundiais na aplicação de robôs das indústrias (SILVEIRA, 2016).

A manutenção produtiva total, vem do sistema Toyota de produção - STP (produção enxuta ou *lean manufacturing*), neste sistema a preocupação com a qualidade do produto é extrema, com desenvolvimento de técnicas simples, mas extremamente eficientes, para proporcionar os resultados esperados, aplicados na manufatura, com foco na logística, na redução dos estoques em processo, na prevenção de erros operacionais, almejando desperdício zero (SHINGO, 2007).

A manutenção produtiva total, designada abreviadamente por TPM, é o conjunto de atividades onde mantém o compromisso voltado para o resultado. Sua excelência está em atingir a máxima eficiência do sistema de produção, maximizar o ciclo total de vida útil dos equipamentos aproveitando todos os recursos existentes buscando perda zero. É o conceito mais moderno de manutenção. A TPM exige a participação de todos os elementos da cadeia operativa, desde o operador do equipamento, passando pelos elementos da manutenção e pelas chefias intermédias, até aos níveis superiores de gestão (YAMAGUCHI, 2005, p.07).

A vantagem da manutenção produtiva total, é obter os indicadores de desempenho de produtividade, performance e qualidade atuais do processo, e compará-los a um referencial de excelência, como um *benchmarking*. Alguns indicadores de *benchmark*, para Yamaguchi (2005), são: produção, produtividade, índices de operação; o custo, redução de horas de manutenção, economia de energia elétrica e outras; segurança, higiene e meio ambiente;



qualidade, redução de defeitos no processo, redução de reclamação dos clientes; entrega e a pontualidade; moral, motivação e comprometimento.

A filosofia da manutenção produtiva total (TPM) é reduzir e eliminar as causas que são caracterizadas pelos fatores no indicador de desempenho global de equipamentos (*Overall Equipment Effectiveness – OEE*), e avaliar a efetividade das melhorias aplicadas nas máquinas e equipamentos, são três: o fator disponibilidade, o fator de desempenho e o fator de qualidade (MACHADO et al., 2016).

No caso de produtos em que a demanda de mercado é maior que a capacidade de produção, a maximização da utilização dessa capacidade se torna uma vantagem competitiva, uma vez que pode representar um aumento de produção e, conseqüentemente, um imediato aumento de receita. Neste cenário, é comum a utilização da análise de OEE para a otimização do sistema de manufatura (MACHADO et al., 2016, p. 636).

Para atingir a eficiência global no equipamento - OEE, o TPM visa a eliminação de perdas, efetuando a análise estatística dos resultados, referente aos usos dos maquinários e dos equipamentos. “O método adotado pelo TPM examina a produção de *inputs* como causa direta. Ele é mais proativo do que reativo, uma vez que corrige as deficiências do equipamento, do operador, e o conhecimento do administrador em relação ao equipamento” (YAMAGUCHI, 2005, p.15). Estes *inputs*, podem ser considerados, como sendo: os funcionários, as máquinas, os materiais, os métodos, entre outros.

A TPM, para Silveira (2016), possui um sistema de oito pilares em sua base, que foram desenvolvidos pelo *Japan Institute of Plant Maintenance – JIPM*, que são: a manutenção autônoma; manutenção planejada; melhorias específicas; educação e treinamento; manutenção da qualidade; controle inicial; TPM administrativo; segurança, saúde e meio ambiente.

Alguns dos pilares serão abordados a seguir, como: melhorias individualizadas, o controle inicial, a manutenção autônoma, a planejada, a educação, o treinamento e a manutenção da qualidade.



2.2.4.1 Melhorias individualizadas e o controle inicial

Avaliar a capacidade dos funcionários de uma empresa é um trabalho muito importante, pelo fato de poder efetuar a gestão do conhecimento, para o crescimento não só da organização, mas também das pessoas, passando pela área de gestão das equipes e dos recursos humanos (PEREIRA, 2011).

As melhorias individualizadas no TPM são estruturais, “melhoria da qualidade de pessoal significa a formação de pessoal adaptado à era da automação fabril. Em outras palavras, cada pessoa deve adquirir novas capacidades” (RODRIGUES, 2017, p.12). Valorizando o profissional, propiciando cursos de especialização e implantando na empresa plano de carreira.

Segundo Yamaguchi (2005), deve-se ressaltar alguns objetivos da manutenção produtiva total:

- a) Conseguir a participação de todos os elementos da cadeia produtiva, desde o operador do equipamento, a equipe de manutenção, as chefias em todos os níveis e chegando à diretoria;
- b) Promover uma cultura onde os operadores sintam que são donos das máquinas, despertando assim, o interesse de aprender muito mais sobre elas.

O controle inicial da TPM, é o “conjunto de ações que visam o chamado Prevenção Da Manutenção, isto e, ao iniciar os estudos para adquirir determinado ativo, que as áreas evoluídas tenham a preocupação com a manutenção” (PEREIRA, 2011, p.47).

2.2.4.2 Manutenção autônoma

O objetivo da TPM é promover uma cultura onde os operadores sintam que são donos das máquinas e dos equipamentos, “para que possam aprender muito mais sobre elas, e no processo se libertem de sua ocupação prática para se concentrar no diagnóstico do problema e projeto de

aperfeiçoamento do equipamento. Desta forma há um ganho direto” (RODRIGUES, 2017, p.12).

A meta da TPM, consiste em aumentar a eficiência da planta, do maquinário e do equipamento. Para tanto o TPM utiliza-se a manutenção autônoma, onde os próprios operários desenvolvem rotinas de inspeção, lubrificação e limpeza. Padrões de limpeza e lubrificação são utilizados em um desenvolvimento na capacidade de operador em encontrar e resolver anomalias (YAMAGUCHI, 2005, p.08).

Na manutenção autônoma, os operadores são capacitados para atuarem diretamente no início do problema de alguma máquina ou equipamento, são os mantenedores de primeiro nível. “Assim, cada operador assume suas atribuições de uma forma que permite que tanto a manutenção preventiva quanto a corretiva (rotinas) estejam constantemente interagindo entre si” (PEREIRA, 2011, p. 32).

O Quadro 1, apresenta os passos da manutenção autônoma, que seguem em: limpar e inspecionar, eliminar fontes de problemas, preparar padrões de limpeza, inspecionar e efetuar a gestão visual.

Quadro 1 – Passos da manutenção autônoma.

	Nome	Atividades
1	Limpar e inspecionar	Eliminar todo o pó e a sujeira do equipamento, lubrificar e apertar parafusos. Encontrar e corrigir anomalias.
2	Eliminar fontes de problemas e áreas inacessíveis	Corrigir as fontes de sujeira e pó; prevenir sua dispersão e melhorar a acessibilidade para a limpeza e lubrificação. Otimizar o tempo de limpeza e inspeção.
3	Preparar padrões de limpeza e lubrificação	Redigir padrões que assegurem que a limpeza e lubrificação sejam feitas eficientemente. (Preparar um programa para as tarefas periódicas).
4	Realizar inspeções gerais	Depois de receber o treinamento e estudar os manuais de inspeção, realizar inspeções gerais para encontrar e corrigir pequenas anormalidades do equipamento.
5	Realizar inspeções autônomas	Preparar <i>check list</i> padrões para inspeções autônomas. Realizar as inspeções.
6	Padronizar aplicando a gestão visual do lugar de trabalho.	Padronizar e gerenciar visualmente todos os processos de trabalho. Exemplos de padrões necessários: - Padrões de limpeza, lubrificação e inspeção; - Padrões para o fluxo de materiais na planta; - Padrões para métodos de registro de dados; - Padrões para gerenciamento de ferramentas.
7	Implantação da gestão autônoma do equipamento	Desenvolver políticas e objetivos da empresa; fazer das atividades de melhoria parte do trabalho diário; promover a autogestão do equipamento.

Fonte: SHINOTSUKA, 2001, *apud* TONDATO; GONÇALVES, 2011, p.4.

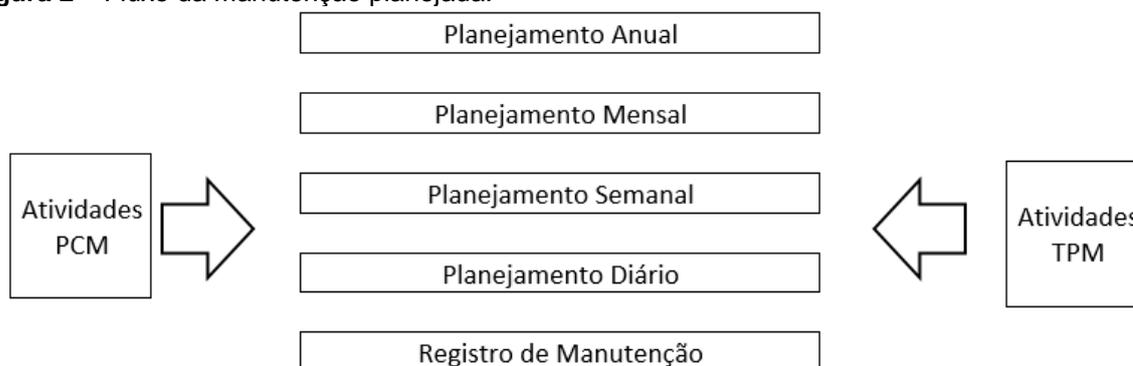
Na manutenção autônoma, os operadores são capacitados para atuarem diretamente no início do problema de alguma máquina ou equipamento, são os mantenedores de primeiro nível. “Assim, cada operador assume suas atribuições de uma forma que permite que tanto a manutenção preventiva quanto a corretiva (rotinas) estejam constantemente interagindo entre si” (PEREIRA, 2011, p. 32).

Fazendo um contraponto com a nomenclatura clássica, seriam os mantenedores da manutenção preditiva, com a finalidade de torná-los aptos a promover, as mudanças que venham a garantir o aumento de produtividade. “Sendo assim, a Manutenção Autônoma significa mudar a mentalidade para: “Deste equipamento, cuido eu” deixando de usar o antigo, que era: “Eu fabrico, você conserta”” (PEREIRA, 2011, p. 32), esta etapa libera os especialistas do primeiro diagnóstico na operação de manutenção.

2.2.4.3 Manutenção planejada

A manutenção planejada reapresenta todas as ações preventivas, para as técnicas de manutenção, com um fluxo predeterminado no sistema. A Figura 2, apresenta o fluxo de informações na manutenção planejada.

Figura 2 – Fluxo da manutenção planejada.



Fonte: PEREIRA, 2011, p.43.

A manutenção planejada trata aspectos da gestão das máquinas e equipamentos, com métodos de tratamento de problemas, “relacionados à substituição, monitoramento e manutenção programada dos ativos e



considerando as questões probabilísticas, aumentando o desempenho das atividades e os múltiplos aspectos associados à competitividade” (CARNEIRO, 2019, p.16).

Para tanto, a manutenção planejada tende a aumentar a performance e a vida útil das máquinas, dos equipamentos e das instalações a que se destinam. Atualmente, a empresa G 4.0 (2022, *online*) de solução tecnológica para a manutenção, apresenta uma tecnologia de *chips* eletrônicos com o apoio de aplicativo em nuvem, para a gestão da manutenção de ativos, das suas peças e de seus componentes. Assim, cada máquina, peça ou componente será identificada pelo *Chips*, que carregarão consigo informações importantes e totalmente customizáveis, que podem ser, por exemplo:

- Data da última manutenção;
- Nome do responsável pela última manutenção,
- Descrição e código do produto;
- Identificação do equipamento;
- Localização das máquinas, peças ou componentes;
- Sugestão de data para manutenção preventiva e preditiva;
- Outras que o Cliente customizar.

Ademais, os *chips* em nuvens, poderão: acompanhar o ciclo de vida útil dos componentes; notificar no caso de risco de falha; apresentar o histórico de tempo de máquina parada; monitorar as ocorrências; apresentar uma listagem das manutenções realizadas, selecionando-as por ocorrências; apresentar as manutenções planejadas; e até ter acesso através de um celular; entre outros.

2.2.4.4 Educação e treinamento

Na implantação do TPM, deve-se atender a organização, a educação dos participantes e ao treinamento, com a devida atenção quanto aos preparativos e à criação das condições necessárias para a implantação, a



participação da alta gerência é de suma relevância, para que os processos tenham a fluência adequada (YAMAGUCHI, 2005).

A base na educação e no treinamento no TPM, é primordial, como enfatiza Dunetz, 2014, p.19 e 20:

- A delegação é a aceitação são as bases da educação;
- Participação é a palavra-chave para despertar o desejo de ser treinado;
- O treinamento na tarefa decorre dos procedimentos operacionais;
- O treinamento é um meio para atender a um objetivo;
- Todo treinamento deve ser acompanhado da aplicação prática dos conhecimentos e habilidades adquiridos;
- Depois de algum tempo, os cursos devem ser padronizados e atualizados, com: apostilas, vídeos, filmes, transparências e outros;
- É necessário haver um plano de doutrina, educação e treinamento;
- Todo treinamento conduzido na empresa é de responsabilidade total da chefia direta do empregado;
- O conhecimento caminha na direção do elogio, a educação é tudo, porém não basta a empresa dar o treinamento se os colaboradores não o aceitarem.

2.2.4.5 Manutenção da qualidade

A manutenção da qualidade tem como cerne o treino das pessoas, e a formação no sentido de desenvolverem as competências que necessitam para realizar as demais atividades. A capacidade de se estabelecer um sistema de manutenção da qualidade depende do grau de desenvolvimento e integração das outras partes do TPM, e da eficácia esperada destes. “Para manter as condições dos “Zero Defeitos”, a necessidade de desenvolver as pessoas especialistas em seus equipamentos, produtos e processos” (REIS, 2011, p. 73).

“Entre os principais custos a serem controlados, podemos citar os três custos básicos: pessoal, material e serviços, sendo que cada um deles deve estar devido em Trabalhos de Melhorias (KAIZEN), Manutenção Corretiva e Preventiva” (PEREIRA, 2011, p. 24).

“Com a utilização da técnica do TPM é possível a eliminação das perdas decorrentes de má qualidade ou não conformidade, tanto do produto, processo ou equipamento, quanto do nível de atendimento” (YAMAGUCHI, 2005, p.09).

A existência dos indicadores de *benchmark* e o conhecimento dos resultados da empresa permitirão aos gestores, através da aplicação do ciclo “PDCA”, maximizar a disponibilidade do equipamento para a produção e para a capacidade produtiva (YAMAGUCHI, 2005).

Existem várias ferramentas de qualidade para o TPM, uma delas para a performance do TPM é o 5S, como apresenta o Quadro 2.

Quadro 2 – Atividades do 5S no TPM.

Significado dos 5S	Definição
Organização (<i>Seiri</i>)	Distinguir o necessário do desnecessário e eliminar o desnecessário.
Ordenação (<i>Seiton</i>)	Determinar o <i>layout</i> e a ordenação para que todos os itens possam ser encontrados imediatamente quando necessários.
Limpeza (<i>Seiso</i>)	Eliminar sujeira, poeira e materiais estranhos; manter o ambiente limpo.
Limpeza pessoal (<i>Seiketsu</i>)	Manter o ambiente limpo para conservar a saúde e evitar a poluição.
Disciplina (<i>Shitsuke</i>)	Treinar as pessoas para obterem o hábito de fazer as coisas bem feitas.

Fonte: SHIROSE *et al*, 1999, *apud* TONDATO; GONÇALVES, 2011, p.5.

As atividades do 5S são essenciais para organização e melhoria do local de trabalho, e a aplicação dos 5 passos deve ser realizada por partes no equipamento, é inviável e desaconselhável aplicar em toda uma área, assim, a aplicação por partes transforma o 5S em uma ferramenta de melhoria contínua do local de trabalho (TONDATO; GONÇALVES, 2011).



Outra técnica é a Manutenção Centrada na Confiabilidade – MMC, que é uma “metodologia utilizada para assegurar que quaisquer componentes de um ativo ou um sistema operacional mantenha suas funções, sua condição de uso com segurança, qualidade, economia e ainda com seu desempenho não degrade o meio ambiente” (PERREIRA, 2011, p. 110).

Assim, com variados controles de qualidade, a redução de manutenção preventiva por meio de tarefas mais eficazes e nos pontos críticos do equipamento vão reduzir os custos inseridos neste contexto. A execução de grandes reparos ou reformas somente serão efetuados, quando extremamente necessário e a preservação da qualidade e da segurança.

Considerações finais

O objetivo da pesquisa da literatura, de caráter exploratório, sobre a gestão da manutenção, foi atingido parcialmente, porque muito se tem a pesquisar sobre o assunto. É perceptível que o bom acompanhamento da manutenção nas máquinas garante a boa segurança para a integridade dos operadores e a qualidade do produto. A qualidade do produto é uma das características essenciais para os consumidores quando vão comprar o produto de uma indústria.

Os principais resultados estão relacionados com a manutenção preditiva, com o treinamento e habilitação dos trabalhadores, fazendo deste fato um aumento da vida útil das máquinas, equipamentos e instalações em geral.

A manutenção corretiva, deve ser analisada, quanto ao aspecto de custo, assim, decidir por ser programada para uma data planejada, por conta de ser ter outro equipamento para substituir ou a não necessidade por algum motivo e a manutenção imediata.

A manutenção preventiva, pode trazer resultados benéficos para a empresa que efetua o planejamento e a programação da manutenção geral de uma máquina, ou equipamento e ou até de uma instalação.



O mundo atual, graças a globalização, evoluiu muito rápido, e as organizações que não estiverem dispostas a aceitar as mudanças, ficarão para trás. A filosofia do TPM seria uma grande implementação dentro de uma indústria, as multinacionais já estão implantando, e os pontos são positivos e necessários para aqueles que visam crescimento na produção.

Referências

CARNEIRO, Vladinice Clemente de Azevedo. **Manutenção planejada**: um estudo sobre a aplicabilidade da metodologia em uma fábrica de garrafas plásticas. MS thesis. Universidade Federal de Pernambuco, 2019. Disponível em: <<https://attena.ufpe.br/handle/123456789/34008>>. Acesso em 21.mai.2022.

DANTAS, Igor Dos Santos. **Importância e benefícios do planejamento de gestão de manutenção**. Departamento de engenharia mecânica. João Pessoa-PB, Universidade Federal da Paraíba, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/17108>>. Acesso em 21.mai.2022.

DUNETZ, Edilson. **TPM, proposta de implantação do pilar manutenção autônoma, no setor da armação em uma empresa montadora de automóveis**. 2014. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/19295>>. Acesso em 21.mai.2022.

G 4.0. **Manu 4.0**: sua nova ferramenta: manutenção preventiva e preditiva, na palma da sua mão! a gestão da manutenção de ativos. 2022. Disponível em: <<https://gestao4p0.com.br/categoria-produto/sistema-para-controle-da-manutencao/>>. Acesso em 17.set.2022.

Gil, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 7 ed. Atlas: São Paulo, 2022.

LIMA, José Ricardo Tavares de; SANTOS, Alex Alisson Bandeira; SAMPAIO, Renelson Ribeiro. **Sistemas de gestão da manutenção**: uma revisão bibliográfica visando estabelecer critérios para avaliação de maturidade. 2010. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_743_16105.pdf>. Acesso em 08.jun.2022.

MACHADO, Rafaela Heloisa Carvalho; HELLENO, André Luís; LIMA, Carlos Roberto Camello. **Análise da eficiência operacional de uma linha de**



produção da indústria de laticínios por meio do indicador de eficiência global de equipamentos (*overall equipment effectiveness*). *Exacta*, v. 14, n. 4, p. 635-644, 2016. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/810/81049426007.pdf>>. Acesso em 21.mai.2022.

MIRON, Bruna Gimenes Miron. **Gestão estratégica da manutenção**: melhoria contínua nos resultados operacionais. Universidade Federal de Uberlândia: Faculdade de engenharia mecânica, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26253>>. Acesso em 12.mai.2022.

MOUTA, Carla Sofia Pereira. **Gestão da manutenção**. Tese de doutorado. Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2011. Disponível em: <<https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/3810>>. Acesso em 21.mai.2022.

NBR-5462. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Associação brasileira de normas técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. Publicada confirmação da norma em jun.2020.

NP 4483:2009. **Sistemas de gestão da manutenção**. Requisitos. 2008 e nova norma portuguesa, 2009.

NR-12. **Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Norma Regulamentadora Brasileira, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022.pdf>>. Acesso em 08.jun.2022.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de manutenção**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2011.

REIS, Catarina Isabel Lourenço Antunes dos. **Construção de uma Matriz da Qualidade, baseada no sistema TPM, para a Indústria Alimentar**. Diss. 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ul.pt/handle/10451/11130>>. Acesso em 21.mai.2022.

RODRIGUES, Antônio Roberto Sbecker. **Manutenção industrial, princípios da manutenção produtiva total**–TPM, com foco na manutenção autônoma. Lages-SC: UNIFACVEST, Centro Universitário, 2017. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/56369677/TCC_REVISADO_pdf.pdf>. Acesso 06.mar.2022.

SHERWIN, David. **A review of overall models for maintenance management**. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2000. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/13552510010341171/full/html?src=recsys&mobileUi=0>>. Acesso em 02.ago.2022.



SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção**. Tradução Eduardo Shaan. Porto Alegre: Bookman *ebook*, 2007.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Os 8 pilares da manutenção produtiva total**. Categoria: lean manufacturing, TPM. Sorocaba – SP: Citisystems Automação Industrial, 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/>>. Acesso em 10.mai.2022.

TONDATO, Rogério; GONÇALVES, Mirian Buss. **Manutenção autônoma**: um estudo de caso. I Congresso brasileiro de engenharia de produção de Ponta Grossa, PR, Brasil, 30/11, 01 a 02 de dezembro 2011. Disponível em: <<http://anteriores.aprepro.org.br/conbrepro/2011/anais/artigos/Gestao%20da%20producao/Gestao%20da%20manutencao/A304.pdf>>. Acesso em 10.mai.2022.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. **TPM – manutenção produtiva total**. Universidade Federal de Juiz de Fora do curso de Engenharia de Produção. São João Del Rei: ICAP, 2005. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/311383-Carlos-toshio-yamaguchi.html>>. Acesso em 06.jun.2022.