

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

FELIPE MARCON

**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL PARA A GESTÃO DE EQUIPAMENTOS
EM CABINES DE PINTURA AUTOMOTIVA**

CAXIAS DO SUL

2021

FELIPE MARCON

**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL PARA A GESTÃO DE EQUIPAMENTOS
EM CABINES DE PINTURA AUTOMOTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Me. Elton Fabro.

CAXIAS DO SUL

2021

FELIPE MARCON

**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL PARA A GESTÃO DE EQUIPAMENTOS
EM CABINES DE PINTURA AUTOMOTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em

Banca Examinadora

Prof. Me. Elton Fabro
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Gabriel Vidor
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. PhD. Mateus Panizzon
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Dedico este trabalho a todos os meus familiares, em especial aos que estiveram do meu lado diariamente. A minha noiva pelo carinho e a todos os professores que contribuíram para o meu desenvolvimento como ser humano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus por me guiar diariamente na direção de ser um ser humano melhor e permitir que eu tenha fé, saúde, força e sabedoria para enfrentar as batalhas diárias da vida.

A minha noiva Caroline dos Santos Bahnert, por ter estado ao meu lado ao longo de toda essa caminhada percorrida, pelo incentivo e apoio diário que me motiva a ir sempre além do estado alcançado.

Aos meus pais Janete Marcon e Jamir José Marcon (*in memoriam*) por todo o apoio, dedicação e amor.

A todos os meus familiares e a família da Carol, que considero minha segunda família.

Aos professores, colegas e demais membros da instituição de ensino que de alguma forma contribuíram para a minha formação acadêmica, vou levar bons ensinamentos e lembranças dos anos que passamos juntos.

Por fim, agradeço as Empresas Randon por ter me aberto as portas e todos os colegas da organização que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. Sozinho não poderia ter chegado até aqui.

“Seu nível de sucesso raramente excederá seu nível de desenvolvimento pessoal, pois o sucesso é algo que você atrai pela pessoa em que se torna.”

Jim Rohn

RESUMO

O papel da manutenção nas organizações é algo que tem recebido posição de destaque no cenário atual, pois as técnicas utilizadas por tal departamento vão muito além do quebra, conserta. Metodologias de engenharia, posicionamentos estratégicos, envolvimento mútuo e engajamento entre as áreas trazem grandes ganhos em competitividade, qualidade e produtividade para as empresas. Uma das metodologias de manutenção utilizadas para melhorar os processos organizacionais é o TPM, Manutenção Produtiva Total. Essa técnica oriental, desenvolvida a décadas, é o ponto de partida para que as empresas desenvolvam outras abordagens como confiabilidade e gestão de ativos, porém o TPM precisa ser bem disseminado na cultura organizacional. Este trabalho tem como objetivo abordar essa metodologia relacionando teoria a prática em um ambiente industrial, de um setor de pintura de uma empresa metalmeccânica, através da seleção de equipamentos, seguido de uma abordagem estruturada para avaliar o nível de maturidade da metodologia presente no processo escolhido. Após a avaliação, o trabalho é direcionado para o desenvolvimento dos pilares de manutenção autônoma e planejada. Sob essa ótica, o trabalho entrega resultados práticos para tornar os processos de manutenção mais robustos, além de disponibilizar uma ferramenta de avaliação para a metodologia do TPM implementado em processos produtivos.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total. MPT/TPM. Gestão de Manutenção. Avaliação de Maturidade do TPM. Processos de Manutenção.

ABSTRACT

The role of maintenance in organizations is something that has a prominent position in the current scenario, as the techniques used by this department go far beyond breaking, fixing. Engineering methodologies, strategic positions, mutual involvements and engagement among the areas bring great gains in competitiveness, quality and productivity for companies. One of the maintenance methodologies used to improve organizational processes is TPM, Total Productive Maintenance. This eastern technique, developed decades ago, is the starting point for companies to develop other approaches such as reliability and asset management, however, TPM needs to be well disseminated in the organizational culture. This study aims to approach this methodology relating theory to practice in an industrial environment, in a painting sector of a metal-mechanic company, through the selection of equipment, followed by a structured approach to assess the level of maturity of the existing methodology in the chosen process. After the assessment, the work is directed to the development of autonomous and planned maintenance pillars. From this perspective, the work delivers practical results to make maintenance processes more robust, in addition to providing an assessment tool for the TPM methodology implemented in production processes.

Keywords: Total Productive Maintenance. MPT/TPM. Maintenance Management. TPM Maturity Assessment. Maintenance Processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pilares da metodologia TPM.....	24
Figura 2 – O triângulo da manutenção eficiente.....	25
Figura 3 – Redução de problemas para aumento do desempenho.....	27
Figura 4 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção	31
Figura 5 – Resultado x Tipo de Manutenção.....	38
Figura 6 – Linha do tempo das empresas Randon.....	45
Figura 7 – Estrutura de equipamentos do setor	46
Figura 8 – Principais produtos da linha pesada Randon Implementos.....	47
Figura 9 – Sistema Randon de Operações (SRO)	48
Figura 10 – TPM para sustentação do SMR.....	49
Figura 11 – Sete etapas da Implementação da TPM	50
Figura 12 – Etapas para execução do projeto	51
Figura 13 – Modelo de estrutura hierárquica de equipamentos industriais.....	52
Figura 14 – Matriz de criticidade para equipamentos	53
Figura 15 – Revisão macro de cadastros SAP.....	57
Figura 16 – Revisão de cadastros cabine 1	58
Figura 17 – Revisão de cadastros cabine 2.....	58
Figura 18 – Revisão de cadastros cabine 3.....	58
Figura 19 – Cadastros no SAP para uma das cabines avaliadas.....	59
Figura 20 – Identificação física dos equipamentos fora da cabine.....	60
Figura 21 – Identificação física dos equipamentos dentro da cabine	60
Figura 22 – Classificação dos equipamentos selecionados	61
Figura 24 – Pontuação alcançada segundo questionário aplicado.....	66
Figura 24 – Roteiros de manutenção preventivas desenvolvidos.....	68
Figura 25 – Exemplo de plano manutenção cadastrados.....	69
Figura 26 – Registro do evento prático de capacitação para autônoma	70
Figura 27 – Pontuação alcançada após o desenvolvimento do trabalho.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Custos de manutenção	17
Quadro 2 – Etapas da implementação do TPM	34
Quadro 3 – Organização da manutenção – forma de atuação	37
Quadro 4 – Atributos para composição de indicadores	41
Quadro 5 – Grau de importância dos indicadores de manutenção	42
Quadro 6 – Relação critério x categoria para a matriz de decisão	53
Quadro 7 – Diagnóstico da TPM.....	54
Quadro 8 – Avaliação pilar manutenção autônoma.....	62
Quadro 9 – Avaliação pilar manutenção planejada	63
Quadro 10 – Avaliação pilar educação e treinamento	63
Quadro 11 – Avaliação pilar melhoria específica	64
Quadro 12 – Avaliação pilar controle inicial.....	64
Quadro 13 – Avaliação pilar manutenção da qualidade	65
Quadro 14 – Avaliação pilar TPM administrativo	65
Quadro 15 – Avaliação pilar SSMA.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
DISP	Disponibilidade
GQT	Gestão da Qualidade Total
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i> ou Instituto Japonês de Manutenção de Plantas
LCC	<i>Life Cycle Cost</i> ou Custo do Ciclo de Vida do Ativo
LPP	Lição Ponto a Ponto
MC	Manutenção Corretiva
MP	Manutenção Preventiva
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> ou Tempo Médio entre Falhas
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i> ou Tempo Médio para Reparo
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PCP	Planejamento e Controle de Produção
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i> ou Planejar, Fazer, Checar, Agir
PPS	Pintura de Produtos Especiais
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i> ou Manutenção Centrada na Confiabilidade
RS	Rio Grande do Sul
S.A.	Sociedade Anônima
SAP	<i>Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung</i> ou Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados
SC	Santa Catarina
SMR	Sistema de Manutenção Randon
SP	São Paulo
SPI	Setor de Pintura
SRO	Sistema Randon de Operações
STP	Sistema Toyota de Produção
SSMA	Saúde, Segurança e Meio Ambiente
TAG	Etiqueta de Identificação Exclusiva para Equipamentos

TMEF	Tempo Médio entre Falhas
TMPR	Tempo Médio para Reparo
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> ou Manutenção Produtiva Total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA.....	16
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo geral.....	18
1.2.2	Objetivos específicos	18
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - TPM	20
2.1.1	A evolução da manutenção	21
2.1.2	História da TPM.....	21
2.1.3	Filosofia da TPM.....	22
2.1.4	Os pilares da TPM.....	23
2.1.4.1	Manutenção Autônoma.....	25
2.1.4.2	Manutenção Planejada	26
2.1.4.3	Melhoria Específica ou Focada	27
2.1.4.4	Educação e Treinamento.....	28
2.1.4.5	Controle Inicial	29
2.1.4.6	Manutenção da Qualidade	30
2.1.4.7	Melhoria dos Processos Administrativos ou TPM <i>Office</i>	32
2.1.4.8	Segurança, Saúde e Meio Ambiente	32
2.1.5	Implementação da TPM	33
2.2	GESTÃO DA MANUTENÇÃO	35
2.2.1	A Manutenção	36
2.2.1.1	Estratégia e Tipos de Manutenção	36
2.2.1.1.1	<i>Manutenção Corretiva (Planejada e Não Planejada)</i>	38
2.2.1.1.2	<i>Manutenção Preventiva</i>	39
2.2.1.1.3	<i>Manutenção Preditiva</i>	39
2.2.1.1.4	<i>Manutenção Detectiva</i>	40
2.2.1.1.5	<i>Engenharia de Manutenção</i>	40

2.2.2	Indicadores de Manutenção.....	41
2.2.2.1	Conceito.....	41
2.2.2.2	Indicadores Financeiros	43
2.2.2.2.1	<i>Custo de Manutenção por Faturamento Bruto</i>	43
2.2.2.3	Indicadores de Desempenho de Máquinas	43
2.2.2.3.1	<i>Disponibilidade de Equipamentos</i>	44
2.2.2.3.2	<i>Tempo Médio Entre Falhas</i>	44
2.2.2.3.3	<i>Tempo Médio Para Reparo</i>	44
3	PROPOSTA DE TRABALHO	45
3.1	AMBIENTE DE TRABALHO	45
3.2	CENÁRIO ATUAL.....	46
3.2.1	O Sistema de Manutenção Randon (SMR)	48
3.2.2	Etapas Definidas pela Organização para a Implementação do TPM	49
3.3	PROPOSTA DE TRABALHO	50
3.3.1	Etapa 1 – Definir equipamentos piloto.....	51
3.3.2	Etapa 2 – Realizar diagnóstico sobre o nível de maturidade do TPM	54
3.3.3	Etapa 3 – Desenvolver ou revisar planos de manutenção autônoma	55
3.3.4	Etapa 4 – Revisar ou desenvolver planos de manutenção preventiva.....	55
3.3.5	Etapa 5 – Treinar operadores para as atividades de manutenção autônoma	56
4	RESULTADOS	57
4.1	DEFINIR EQUIPAMENTOS PILOTO.....	57
4.2	REALIZAR DIAGNÓSTICO SOBRE O NÍVEL DE MATURIDADE DO TPM.....	62
4.3	DESENVOLVER OU REVISAR PLANOS DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	67
4.4	DESENVOLVER OU REVISAR PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	67
4.5	TREINAR OPERADORES PARA AS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	69
4.6	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS	70
4.6.1	Pontos Positivos	70
4.6.2	Oportunidades Observadas.....	71

4.6.3	Considerações Finais Sobre os Resultados Obtidos.....	72
5	CONCLUSÃO	73
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A – MATRIZ DE DECISÃO PARA PONTUAÇÃO DE MÁQUINAS CRÍTICAS	77
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA DIAGNÓSTICO DO NÍVEL DE MATURIDADE DO TPM	79
	APÊNDICE C – CALENDÁRIO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DEFINIDO PARA OS EQUIPAMENTOS DA CABINE 1	82
	APÊNDICE D – CALENDÁRIO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DEFINIDO PARA OS EQUIPAMENTOS DA CABINE 2	83
	APÊNDICE E – CALENDÁRIO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DEFINIDO PARA OS EQUIPAMENTOS DA CABINE 3	84
	APÊNDICE F – CALENDÁRIO PARCIAL DE MANUTENÇÃO PLANEJADA SEMANAS	85
	APÊNDICE G – LISTA DE PRESENÇA TURNO 1.....	86
	APÊNDICE H – LISTA DE PRESENÇA TURNO 2.....	87
	APÊNDICE I – LISTA DE PRESENÇA TURNO 3	88

1 INTRODUÇÃO

Diante do cenário atual, altamente disputado, as empresas buscam o desenvolvimento sustentável para minimizar desperdícios e assim obter maior rentabilidade de seu negócio, para de alguma forma, conquistar vantagens frente a seus concorrentes. Faz parte desta busca incessante por vantagens competitivas o aprimoramento do sistema de gestão de ativos e gerenciamento dos recursos disponíveis, sendo estes, utilizados diretamente ou não nos processos produtivos da organização.

“O Gerenciamento da Rotina garante a estabilização dos processos do dia a dia, condição necessária para alcançar a previsibilidade dos resultados. A implantação de Melhorias garante a competitividade da empresa” (NASCIF; DORIGO, 2009, p. 5).

Segundo Neto e Scarpim (2014) a manutenção tem sido considerada uma área fundamental para o sucesso ou insucesso das organizações na atualidade. E os reflexos de uma manutenção inadequada e ineficiente podem afetar a rentabilidade do negócio e culminar com a falência dos empreendimentos.

Para Hansen (2006, p. 37), “As empresas devem tomar boas decisões com relação a como alocam tempo para as várias atividades que impactam nos ativos chave. Se todas as atividades são altamente eficazes, neste caso o planejamento e a programação se tornam diretos e menos corretivos.”

Nesse contexto, BERTAGLIA (2005 apud Neto; Scarpim, 2014), definem que a TPM é uma filosofia de melhoria contínua que gera um sentimento de propriedade dos equipamentos aos seus operadores e supervisores. Logo, pode-se observar que com a implementação do programa, é possível observar benefícios consideráveis pelo aumento da produtividade dos recursos que passam por este processo de transformação.

De acordo com Takahashi e Osada (1993, p. 2), “É imprescindível garantir não apenas que as peças sejam projetadas para serem confiáveis, mas também que os métodos de manutenção preventiva sejam ajustados mais precisamente comprovados.” Seguindo este delineamento sobre manutenção preventiva, e de acordo com Fogliatto e Ribeiro (2009), a Manutenção Produtiva Total (TPM) surgiu no Japão, onde é considerada como a revolução natural da manutenção corretiva (reativa) para a manutenção preventiva (proativa). A TPM foi além dos conceitos tradicionais da manutenção, tomando corpo para evitar falhas e defeitos de funcionamento que poderiam vir a prejudicar a qualidade dos produtos resultantes.

A partir deste cenário, o presente trabalho de conclusão de curso contextualiza a aplicação e usabilidade da técnica de TPM para a gestão de equipamentos utilizados em cabines

de pintura. Para tanto, ele está disposto ao longo de cinco capítulos, sendo o primeiro, desenvolvido para apresentar a introdução, descrever o ambiente de execução do projeto e definir os objetivos idealizados.

No capítulo de número dois, é fundamentado com base no referencial teórico a essência das ferramentas que compõem o TPM, objeto de estudo deste trabalho acadêmico. No terceiro é apresentado o conjunto de atividades propostas para a implementação da filosofia, através do cronograma e ações sugeridas.

O quarto e quinto capítulos apresentam, respectivamente, os resultados obtidos através da realização prática do conjunto de ideias identificadas no capítulo anterior e a conclusão do autor sobre as experiências e feitos alcançados com a finalização do projeto desenvolvido.

1.1 JUSTIFICATIVA

A liderança de empresas, em determinados cenários e segmentos de atuação são pontos a destacar no histórico e trajetória de uma organização. Porém, tal feito traz consigo aspectos positivos, mas também, responsabilidades em manter a boa memória e empenho para o empreendimento permanecer em posição de destaque, em uma economia tão vasta e de certa forma instável.

Antunes *et al.* (2008 p. 26) afirmam que:

A competição entre empresas tem aumentado nos mercados internacional e nacional. Esse acirramento da competição dá origem a uma “pressão competitiva”, que direciona as empresas para a busca de mais eficiência nas suas operações e nos processos de gestão. Trata-se de fenômeno observado de modo marcante em indústrias como a automotiva, a siderúrgica, a têxtil e de confecções, a eletroeletrônica, a de bens de consumo duráveis e a de transformados plásticos, entre outras.

Segundo a última publicação da Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos no Documento Nacional de 2017 (ABRAMAN, 2017, p. 5), o custo de manutenção por faturamento bruto no ano de 2016 foi de 4,0%, conforme ilustra o Quadro 1, abaixo. Isso mostra que o setor possui um grande potencial, no que tange a melhoria dos processos, através do aumento da disponibilidade dos equipamentos e redução de custos diretos.

Porém, segundo Kardec e Nascif (2012, p. 22), “Apesar de ser importante continuar reduzindo os custos de manutenção, é preciso dar prioridade ao aumento da disponibilidade e da confiabilidade, já que estes fatores estão intimamente ligados ao faturamento e representam 95,8% da equação Faturamento/Custo”.

Quadro 1 – Custos de manutenção

Setores	Custo Manutenção / Faturamento (%)	Custo Manutenção / Valor Imobilizado (%)	Custo Relativo Pessoal Próprio (%)	Custo Relativo Material (%)	Custo Relativo a Contratação (%)
Açúcar e Álcool, Alimentos e Bebidas	4%	6%	40%	40%	20%
Aeronáutico e Automotivo	3%	13%	54%	32%	15%
Eletroeletrônicos - Energia Elétrica	7%	6%	44%	29%	27%
Químico e Saneamento	5%	5%	46%	38%	16%
Mineração e Siderúrgico	5%	10%	50%	37%	14%
Petróleo e Petroquímico	4%	15%	41%	31%	28%
Papel e Celulose e Plástico	3%	8%	39%	49%	12%
Predial e Prestação de Serviços (EQ e MO)	4%	4%	49%	23%	28%
Máquinas e Equipamentos - Metalúrgico	3%	1%	51%	37%	12%
Média Geral	4%	7%	46%	35%	19%

Fonte: ABRAMAN (2017, p. 5)

Tendo em vista a importância de se evitar a manutenção corretiva, que é gerada através de paradas repentinas nos equipamentos, Davis (1995 apud Fogliatto; Ribeiro, 2009) afirmam que, a TPM pode ser considerada uma filosofia, ou seja, uma coleção de práticas destinadas a maximizar a capacidade dos equipamentos e processos utilizados pelas empresas.

A Manutenção Produtiva Total – MPT, também conhecida como TPM – *Total Productive Maintenance* – atividades de manutenção produtiva com participação de todos os funcionários da empresa- está entre os métodos mais eficazes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento, coerente com as mudanças da sociedade contemporânea (TAKAHASHI; OSADA, 1993, p. 1).

Com base na importância destacada ao setor de manutenção, e visando um controle melhor sobre a gestão de ativos voltado às operações de pintura de implementos rodoviários, esse trabalho propõe uma revisão e aplicação de manutenção de ativos aos moldes da TPM em uma empresa do segmento metal mecânico no município de Caxias do Sul - RS. Tal filosofia é considerada um dos pilares da organização para se atingir um crescimento em fatores chaves, como produtividade e sustentabilidade, que contribuem para o desenvolvimento total da organização.

1.2 OBJETIVOS

Nesta seção estão relacionados os objetivos, geral e específicos almejados, com base no tema de estudo proposto.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho consiste em desenvolver os pilares da metodologia do TPM em equipamentos de pintura de implementos rodoviários, para uma empresa do segmento metal mecânico.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral esperado neste trabalho, foram definidos os objetivos específicos, caracterizados como habilitadores para o processo sugerido. São eles:

- a) definir os equipamentos piloto do projeto;
- b) diagnosticar os padrões de gerenciamento da Manutenção Produtiva Total nos equipamentos escolhidos;
- c) revisar os planos de manutenção autônoma;
- d) desenvolver e/ou revisar os planos de manutenção preventivas;
- e) realizar treinamentos voltados a manutenção autônoma;

1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Conforme classificação das áreas do conhecimento, que estão relacionadas com a Engenharia de Produção, apontadas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008), o presente trabalho se enquadra como conteúdo de relação com o item 1. Engenharia de Operações e Processos de Produção, mais especificamente, voltado à subárea 1.3 Gestão da Manutenção, pois está diretamente relacionado a um programa de gestão de ativos através da aplicação do TPM para obtenção de benefícios como a confiabilidade dos ativos.

A proposta do trabalho é realizar uma pesquisa acerca do tema TPM para o setor manutenção de uma empresa metalúrgica da cidade de Caxias do Sul – RS e avaliar o nível de maturidade da metodologia TPM e indicar melhorias ao desenvolvimento da implementação do programa em equipamentos de um setor determinado, através dos itens apontados nos objetivos específicos para melhorar a gestão dos ativos de uma empresa, e verificar os desafios durante a implementação do programa, que visa a administração das operações em cabines de pintura automotivas e disponibilidade máxima desses recursos para a operação do processo em questão.

O trabalho foi delimitado a utilização das cabines de pintura 1, 2 e 3, do setor de pinturas acrílicas para a avaliação e sugestão de melhoria a implementação de pilares específicos da Manutenção Produtiva Total, com o objetivo de viabilizar o projeto em questão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo é composto por uma revisão bibliográfica acerca do tema principal, que é a Manutenção Produtiva Total (TPM), e traz consigo uma revisão histórica do desenvolvimento deste programa nas indústrias e a evolução até os dias atuais. Além disso, também são explorados outros temas, como a gestão de manutenção orientada para resultados e uma pesquisa aplicada à manutenção para equipamentos de pintura, cujo objeto é o foco para a implementação desta melhoria, com o intuito de aumentar a performance na utilização dos ativos.

É importante fazer uma contextualização histórica sobre a trajetória da TPM, para entender sua importância no desenvolvimento das indústrias japonesas e vislumbrar a aplicação dessa metodologia nas fábricas do Brasil.

2.1 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - TPM

Devido à crescente importância da qualidade como fonte de vantagem competitiva que melhore os seus objetivos de desempenho, como produtividade, rapidez, flexibilidade, confiabilidade e custos, muitas empresas têm encontrado na Gestão da Qualidade Total (GQT) a forma de enfrentamento da concorrência num mercado globalizado e altamente competitivo. Para isso, é necessário um modelo de orientação que contemple o conteúdo mínimo de um programa que implemente a GQT e que defina as informações necessárias de entrada e as informações de saída. Deve conter as ações necessárias e dispostas de forma lógica, para introduzir ou consolidar na empresa, uma orientação para a satisfação total dos clientes internos e externos. Sugere como pressuposto básico o aumento da capacidade de competir de acordo com os fatores apresentados pelo mercado: desejados pelos clientes; oferecidos pelos concorrentes; inovação e revitalização de produtos e serviços. Neste cenário cada vez mais acirrado, as empresas têm buscado cada vez mais atingirem níveis elevados de produtividade, servindo-se e da utilização dos diversos modelos de gestão, técnicas e de programas de qualidade, entre os quais destaca-se o referencial japonês do TPM – *Total Productive Maintenance* (LAMPKOWSKI; MASSON; CARRIJO. 2006, p. 1).

Dessa forma, pode-se considerar que a TPM é uma adaptação do conceito de TQM. Dentro do conceito de Qualidade Total, cujo objetivo incessante é o de satisfazer às exigências dos clientes, fazia-se necessário o desenvolvimento de programas que viabilizassem o alcance desses objetivos. Foi dentro deste conceito que, em 1971, a empresa Nippon Denso Co. do grupo Toyota introduziu a filosofia, obtendo logo em seguida o Prêmio de Excelência Mundial em Manufatura pelo *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) (NETO; SCARPIM, 2014).

2.1.1 A evolução da manutenção

Segundo Xenos (1998, p. 18), “As atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e instalações causada pelo seu desgaste natural e pelo uso.” A partir do conceito de existência do setor de manutenção, o autor amplia o sentido do negócio para, “Num sentido mais amplo, as atividades de manutenção também devem envolver a modificação das condições originais do equipamento através da introdução de melhorias para evitar a ocorrência ou reincidência de falhas, reduzir o custo e aumentar a produtividade.”

Para Moraes (2004), a evolução da manutenção no contexto global pode ser dividida em três fases:

- a) 1ª geração (1930 a 1940): conceituada como manutenção reativa, pois a atividade de manutenção só ocorria como forma de consertar algo após a falha;
- b) 2ª geração (1940 a 1970): caracterizada pelo aumento da disponibilidade e maior vida útil dos equipamentos, reflexo das intervenções preventivas baseadas no tempo de uso do recurso e na última intervenção, pelo custo elevado de manutenção quando comparado aos benefícios, pelos sistemas manuais de elaboração de atividades planejadas, registro das tarefas, ocorrências de manutenção e posteriormente pelo início do uso de computadores grandes e lentos para execução dessas tarefas;
- c) 3ª geração (Desde 1970): período de aumento significativo da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, pela melhoria na relação entre o custo e o benefício da manutenção, pelas intervenções nos equipamentos baseadas na análise da condição e no risco da falha, pela melhor qualidade dos produtos, pelo controle dos riscos para a segurança e saúde do trabalhador, pela preocupação com o meio ambiente, por computadores portáteis e rápidos com potentes softwares para intervenções e gerenciamento da manutenção, além do surgimento dos grupos de trabalho multidisciplinares.

2.1.2 História da TPM

Conforme reflexão anterior, sobre o significado da TPM, pode-se dizer que a manutenção produtiva não é só um método de trabalho, mas sim um programa com filosofia intimamente ligada à reconstrução econômica das indústrias de um país que enfrentou severas dificuldades no período posterior à Segunda Guerra Mundial. No pós-guerra, o governo japonês

buscou a reconstrução do seu país com esperança de prosperidade e a implementação de sistemas de qualidade voltados aos processos de fabricação, que por sua vez refletiram em todos os setores relacionados da indústria, inclusive o setor de manutenção.

Segundo Takahashi e Osada (1993, p. 8):

Logo depois da Segunda Guerra Mundial, o conceito de divisão do trabalho e especialização dominava as indústrias japonesas, destacando-se por seu escopo e diversidade. Nessa época, as indústrias japonesas estavam lutando para se recuperar dos efeitos da guerra e procuravam dinamicamente meios de introduzir a tecnologia nas fábricas, modificar os métodos de trabalho e criar novos tipos de organizações. Essas circunstâncias encorajaram a aceitação do conceito de especialização de funções.

Na mesma linha, e de acordo com Nakajima (1989), a partir de 1950 as empresas japonesas deixaram de utilizar somente a política de Manutenção Corretiva (MC) emergencial e deram início a implementação dos conceitos de Manutenção Preventiva (MP) baseada no tempo, técnica que se desenvolveu e tornou-se a TPM.

Apoiados pelos professores americanos Edward Deming e Joseph Juran, o Japão na década de 50 iniciou forte mobilização nacional para a conscientização e importância da qualidade como fator de sobrevivência no novo cenário econômico emergente do pós-guerra. Os empresários japoneses passaram a buscar métodos de eliminação de desperdícios e melhoria de procedimentos relacionados à elevação da qualidade e da produtividade (LAMPKOWSKI; MASSON; CARRIJO. 2006, p. 2).

A revolução gradual e silenciosa que teve início no Japão e desde 1945 começa a ser percebida de forma mais clara em todo o mundo industrializado (ANTUNES *et al.*, 2008). E a partir disso, o modelo de gestão do Sistema Toyota de Produção (STP), através de sua filosofia de qualidade e produtividade ganha notoriedade no mundo e o Japão acaba se tornando um modelo de referência para as indústrias.

2.1.3 Filosofia da TPM

Takahashi e Osada (1993, p. 19) afirmam que, “O objetivo das atividades de MPT são a produção perfeita e, ao mesmo tempo, a redução dos custos de manutenção.” Nakajima (1989, p. 10) também destaca, “O TPM pode melhorar o rendimento global das instalações graças a uma organização baseada no respeito à criatividade humana e com a participação geral de todos os empregados da empresa.”

Em outras palavras, pode-se afirmar que a filosofia da TPM é caracterizada pela meta de falha zero em máquinas, defeito zero nos produtos e perda zero nos processos de

transformação. E que para alcançar tais feitos, ela precisa estar amparada por elementos de gestão produtiva. Para Lampkowski, Masson e Carrijo (2006, p. 3) “É uma técnica que identifica e elimina as perdas, reeduca as pessoas para atividades de prevenção e aumenta a confiabilidade dos processos.”

A TPM é um processo de Gestão Produtiva Total e segundo Fogliatto e Ribeiro (2009) ela se apoia em alguns elementos gerais, Entre esses elementos, vale destacar:

- a) mudança cultural: visando otimizar o rendimento geral dos equipamentos;
- b) estabelecimento de um sistema para prevenir as perdas associadas aos equipamentos e local de trabalho (zero acidente, zero defeito de qualidade, zero quebra);
- c) implementação envolvendo todos os departamentos – manutenção, produção, engenharia, desenvolvimento de produtos, vendas, recursos humanos etc.;
- d) envolvimento de todos os colaboradores em atividades de melhoria contínua (kaizen), desde a alta direção até os operadores mais simples;
- e) educação e treinamento, visando aprimorar a consciência e competência dos colaboradores.

Para se desenvolver os elementos, conforme alíneas descritas acima, deve-se implementar os grupos de atividades que compõem os pilares que edificam e concedem sustentação à TPM, e assim garantir o bom desenvolvimento dessa metodologia para alcançar a produtividade total nos processos.

2.1.4 Os pilares da TPM

A implementação da filosofia TPM em uma fábrica é algo que demanda tempo, dedicação, disciplina e capacitação ao potencial humano envolvido. Além disso, é fundamental que os gestores e a alta direção da organização estejam envolvidos de forma efetiva para impulsionar a mudança cultural por trás dos pilares do programa.

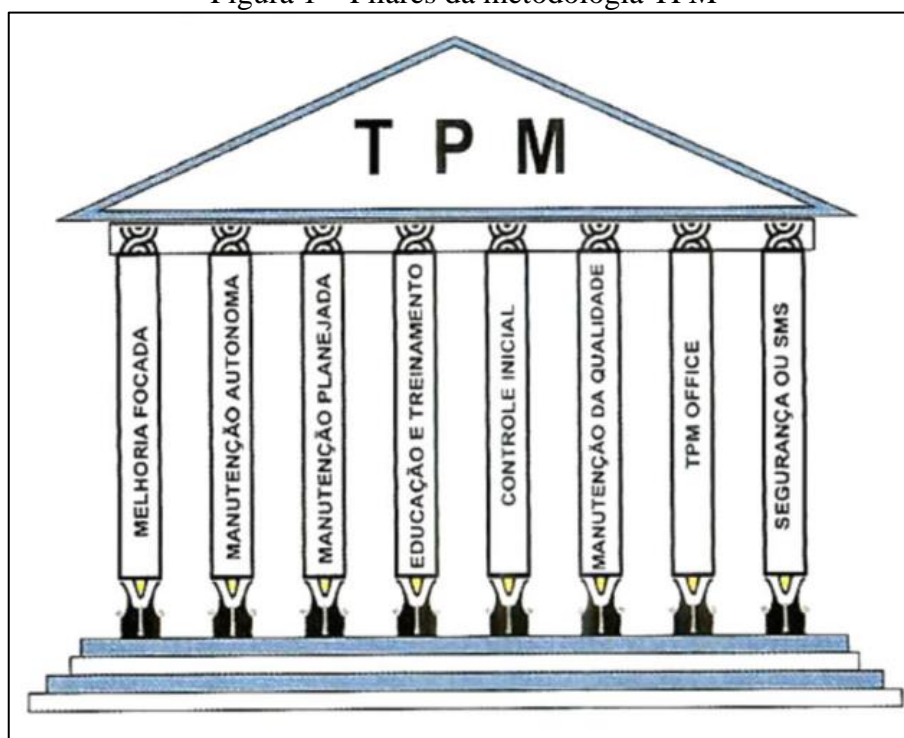
Segundo Takahashi e Osada (1993), os objetivos das atividades de produção são expressos em termos da segurança, proteção ambiental, garantia da qualidade, cumprimento da data de entrega, melhoria da produtividade, redução de custos e aumento da motivação dos funcionários. Ainda segundo os autores, as atividades de manutenção produtiva são realizadas para que esses objetivos sejam alcançados.

Cada organização é constituída de suas particularidades de processos e operações, que a torna particularmente especial, porém, os pilares trabalhados a partir do TPM são princípios que, se respeitados, tornam-se aplicáveis a qualquer negócio e em diferentes ambientes.

De acordo com Nakajima (1989) e os autores Lampkowski, Masson e Carrijo (2006), os oito pilares que fundamentam a metodologia TPM são os destacados abaixo, conforme Figura 1.

- a) manutenção autônoma;
- b) manutenção planejada;
- c) educação e treinamento;
- d) melhorias específicas ou focadas;
- e) controle inicial;
- f) manutenção da qualidade;
- g) melhoria dos processos administrativos ou TPM *Office*;
- h) segurança, saúde e meio ambiente.

Figura 1 – Pilares da metodologia TPM



Fonte: Kardec e Nascif (2012, p. 219).

2.1.4.1 Manutenção Autônoma

Composto por grupos de funcionários que exercem atividades de manutenção básicas, de forma proativa. Esses grupos têm o objetivo de cuidar de seus equipamentos através de inspeções, limpeza e lubrificação de componentes que compõe a máquina, identificar as perdas inerentes ao processo que estão envolvidos, sugerir melhorias e sinalizar para o setor de manutenção sempre que aconteça algo que fuja da condição normal de operação no ambiente de trabalho.

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 240), “A estrutura da manutenção autônoma inicia capacitando os operadores. Através da capacitação os operadores mudam a sua atitude e passam a ser responsáveis por manter em boas condições os equipamentos em que trabalham.”

“A manutenção autônoma é um passo adiante no envolvimento das áreas de produção e manutenção, ou seja, ao relatar as anomalias ou executar as tarefas básicas de manutenção – incluindo alguns reparos mais simples nos equipamentos – o operador acaba desenvolvendo um maior interesse pelos seus equipamentos.” (XENOS, 1998, p. 240). Para Nascif e Dorigo (2010, p. 209), “A interface Manutenção-Operação representa a relação entre um fornecedor (Manutenção) e seu cliente principal (Operação).”

Xenos (1998) compara essa atribuição entre do operador de um equipamento a um piloto de F1, quando diz que, o piloto, ao perceber uma anomalia na direção do seu carro, poderá pedir aos mecânicos para diminuïrem a convergência das rodas ou aumentarem a cambagem. Segundo o autor, esse é o aspecto fundamental, pois enquanto a maioria dos pilotos sabe apenas dirigir, o piloto de F1 é um operador qualificado e isso torna a manutenção mais eficiente, vide Figura 2.

Figura 2 – O triângulo da manutenção eficiente



Fonte: Xenos (1998, p. 243)

Por fim, Kardec e Nascif (2012) concluem que o sentido da manutenção autônoma, é composto de um conjunto de atividades simples, porém importantes, a serem executadas pelos operadores de modo a manter atividades mais complexas com os técnicos de manutenção. Os autores comparam essa atividade a área médica no Brasil, onde o operador seria para o equipamento o enfermeiro e o técnico de manutenção o médico.

2.1.4.2 Manutenção Planejada

A manutenção planejada é desenvolvida a partir da elaboração de planos de atividades a serem executadas pelos responsáveis da manutenção dos ativos, em períodos determinados e de maneira prévia. O objetivo deste pilar é atuar de forma a antecipar as falhas dos equipamentos, identificando, eliminando e prevenindo paradas para aumentar a eficiência do departamento de manutenção através do aumento da disponibilidade dos ativos. (LAMPKOWSKI; MASSON; CARRIJO, 2006).

Em resumo, Xenos (1998, p. 30) afirma que, “O planejamento das ações preventivas permite o dimensionamento correto destes recursos, dando previsibilidade ao processo de manutenção.”

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), é responsabilidade da manutenção alinhar suas estratégias às do setor de produção para que ambos estejam direcionados à missão organizacional em que tais setores estão inseridos. As metodologias e objetivos do setor de manutenção devem sofrer variabilidade à medida que a estratégia de produção priorize: custo, qualidade, flexibilidade, serviços ou entrega. A partir desta linha de raciocínio, a manutenção deve estar atento às mudanças de estratégia e modelar seu modelo de atuação de forma a contribuir apropriadamente aos objetivos da organização.

Kardec e Nascif (2012, p. 220) afirmam que, “Possuir manutenção planejada significa ter realmente o planejamento e o controle da manutenção, o que implica treinamento em técnicas de planejamento (software), utilização de um sistema mecanizado de planejamento da programação diária e do planejamento de paradas.”

Segundo Nakajima (1998) os aspectos a serem considerados na estruturação da manutenção planejada são:

- a) a missão da manutenção no contexto organizacional;
- b) os tipos de manutenção;
- c) as formas básicas de organização da manutenção;

- d) a estrutura funcional adotada;
- e) a gestão das atividades de manutenção;
- f) a gestão da lubrificação dos equipamentos e;
- g) o apoio de software para a gestão da manutenção.

Takahashi e Osada (1993, p. 168) destacam que:

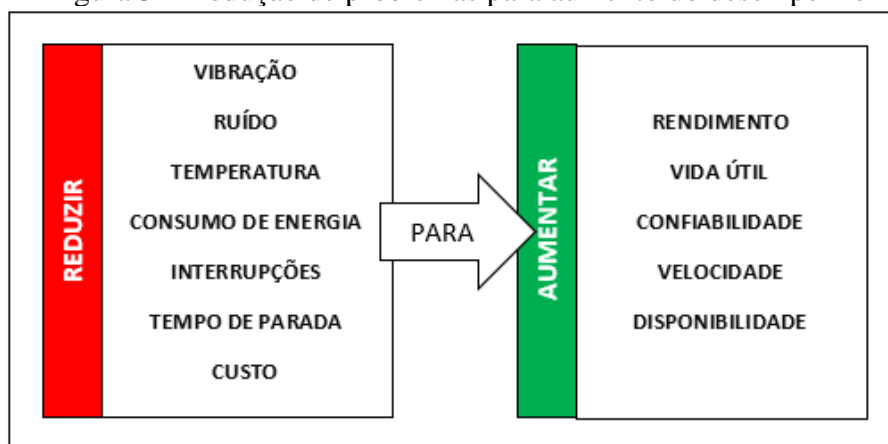
No caso das indústrias de processo, a criação de um plano de manutenção com base em planos anuais e a longo prazo deve ser suficiente. Entretanto, nas indústrias de montagem e processamento mecanizado, existem inúmeros tipos de avarias. É preciso criar planos de manutenção detalhados para que possam ser conectados a atividades que reflitam as necessidades reais. Embora o ciclo de planejamento possa ser menor, as atividades de manutenção preventiva precisam ser “reais” e refletir necessidades reais.

"Um aspecto importante a ser considerado é a integração do *software* de manutenção com os demais sistemas utilizados na empresa. Idealmente, o *software* de manutenção deve estar integrado aos módulos que tratam da programação da produção e aquisição de suprimentos. Além disso, sua estrutura deve estar alinhada à filosofia de trabalho estabelecida pelo departamento de manutenção." (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009, p. 243).

2.1.4.3 Melhoria Específica ou Focada

“Como o próprio nome indica, é focar a melhoria global do negócio. Desse modo, procura-se reduzir os problemas para melhorar o desempenho.” (KARDEC; NASCIF, 2012, p. 220). Conforme esquema da Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Redução de problemas para aumento do desempenho



Fonte: Kardec e Nascif (2012, p. 219).

Segundo Takahashi e Osada (1993, p. 204):

As melhorias de manutenibilidade não podem ser discutidas sem a investigação das características específicas de cada máquina. Essas investigações devem ser conduzidas com base em análises científicas e na relação entre as máquinas e suas peças ou componentes. Dentre essas atividades estão a definição de padrões para técnicas de diagnóstico, métodos de especificação e manutenção do estoque de peças sobressalentes, organização e atribuição de unidades de manutenção e treinamento técnico.

Ainda segundo os autores Takahashi e Osada (1993), esses estudos de melhoria da manutenibilidade devem basear-se nas análises dos registros de detalhes de trabalho e nos custos derivados da análise do Tempo Médio Entre os Reparos (MTBF) e na sequência de análise do MTBF, de acordo com as seguintes etapas:

- a) selecionar as atividades a serem investigadas;
- b) analisar o tempo gasto em atividades de manutenção;
- c) selecionar os componentes priorizados;
- d) investigar os métodos capazes de reduzir o tempo necessário para execução do trabalho;
- e) com base nesses estudos, prever a padronização das tarefas priorizadas;
- f) melhorias do equipamento;
- g) resumir as especificações dos detalhes do trabalho por atividades específicas que alcançam melhorias reais;
- h) compilar as descobertas em um plano de manutenção anual perfeito.

Neste pilar, a forma de trabalho se assemelha ao grupo autônomo do pilar citado anteriormente, mas, para eliminar uma perda, muitas vezes o grupo autônomo não consegue trabalhar sozinho e necessita de ajuda de especialistas como, técnicos de manutenção, engenheiros, analistas de processos, compradores de matéria-prima e outros, dependendo do tema a ser estudado. Para atuar com o pilar de melhoria específica, utiliza-se ferramentas do ciclo PDCA (LAMPKOWSKI; MASSON; CARRIJO, 2006).

2.1.4.4 Educação e Treinamento

Para Kardec e Nascif (2012, p. 220), este pilar trata da “Ampliação da capacitação técnica, gerencial, comportamental do pessoal da manutenção e operação.” Para Takahashi e Osada (1993, p. 292), “À medida que as práticas de MP evoluem, surgirá a necessidade de treinamento e educação em outras áreas.”

“A educação deve estar intimamente ligada às tarefas reais executadas no local de trabalho e os materiais de estudo devem integrar as metas educacionais e as necessidades reais do trabalho.” (TAKAHASHI; OSADA, 1993, p. 294).

Segundo os autores Lampkowski, Masson e Carrijo (2006), as principais ferramentas deste pilar são a Lição Ponto a Ponto (LPP) e a Matriz de Habilidades. LPP é uma ferramenta muito eficaz de treinamento, que consiste em um funcionário replicar o seu conhecimento sobre um ponto específico a outro colega, no próprio local de trabalho, de forma rápida, normalmente em cinco minutos, clara e o mais visual possível. Existem três níveis de LPP's, as de conhecimento básico, exemplos de problemas e casos de melhoria. Ainda, segundo os autores, a Matriz de Habilidades trata da avaliação e classificação dos níveis de conhecimento de um indivíduo para executar determinada tarefa. Segundo Chicone (1998 apud Lampkowski; Masson; Carrijo, 2006) existem cinco fases de habilidades, vide classificação da matriz. São elas:

- a) nível 0: Não sabe executar uma atividade – falta de conhecimento;
- b) nível 1: Conhece a teoria – falta de treinamento;
- c) nível 2: Consegue até certo ponto - falta de treinamento;
- d) nível 3: Consegue com segurança - aprendeu fazendo;
- e) nível 4: Consegue ensinar os outros – domínio perfeito.

Esse pilar, através das aplicações sugeridas, têm a capacidade de transformar a organização, pois aumenta os níveis de conhecimento dos envolvidos. Segundo Hansen (2006, p. 91) “Mais educação aumenta a probabilidade dos trabalhadores detectarem oportunidades de mudança ou sugerirem melhorias de sucesso.”

2.1.4.5 Controle Inicial

Segundo Kardec e Nascif (2012, p. 220), trata-se do “Estabelecimento de um sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos/ equipamentos.” Ainda segundo os autores, o objetivo é eliminar falhas no nascedouro, ou seja, no planejamento do projeto, e acompanhar o desenvolvimento do mesmo (KARDEC; NASCIF, 2012).

De acordo com a filosofia da MPT, a instalação e posta em marcha de novos equipamentos devem ser conduzidas atentando para a eficiência global. Isso envolve esforços no sentido de evitar perdas e assegurar alta disponibilidade, desempenho e velocidade do equipamento (o mais próximo possível dos limites teóricos). Assim, o controle da instalação e posta em marcha dos equipamentos tem por objetivo atingir a produtividade prevista pelo fabricante, gerando produtos conformes, com mínimos custos operacionais (sem perdas) (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009, p. 243).

Para Lampkowski, Masson e Carrijo (2006), diversas perdas do processo produtivo são causadas por problemas em projetos, seja de equipamentos ou de produtos. Para eliminar estas perdas, são necessárias algumas análises na etapa de planejamento do projeto:

- a) gerenciamento preventivo de equipamentos: na aquisição de novos equipamentos, deve-se observar características particulares como a facilidade na operação, nível de complexidade da manutenção e seu custo, taxa de qualidade do equipamento, flexibilidade de operação, segurança demais aspectos produtivos;
- b) gerenciamento preventivo de produtos: análise focada no processo de fabricação para que problemas sejam identificados e eliminados no estágio inicial.

O Controle das operações, desde a montagem até a entrega do equipamento para a operação, envolve diversas atividades, entre as quais podem ser citadas: (i) entender claramente os propósitos do equipamento e as funções que ele deve desempenhar; (ii) avaliar e aprovar o investimento necessário e o custo de manufatura associado ao equipamento; (iii) conduzir de forma integrada o projeto do produto e do equipamento, sempre que possível; (iv) definir os procedimentos a serem avaliados durante a produção; (v) definir o envelope operacional, detalhando ajustes para a produção de diferentes produtos, conforme necessidade; (vi) selecionar a equipe de trabalho responsável pelo equipamento, envolvendo engenheiros, supervisores, operadores e técnicos de manutenção; e (vii) definir os dados que devem ser coletados e registrados, para permitir a avaliação do equipamento, no que diz respeito a desempenho e realização de melhorias (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2007).

2.1.4.6 Manutenção da Qualidade

As condições dos equipamentos afetam de forma significativa a qualidade dos itens fabricados. As atividades deste pilar visam garantir a qualidade dos produtos no processo produtivo e atingir a meta de zero defeito através das atividades de levantamento de defeitos existente nos componentes manufaturados, da implantação de pontos de inspeção de qualidade nos equipamentos e melhorias específicas para eliminar as perdas inerentes ao processo (LAMPKOWSKI; MASSON; CARRIJO, 2006).

Neto e Scarpim (2014, p. 79) destacam que:

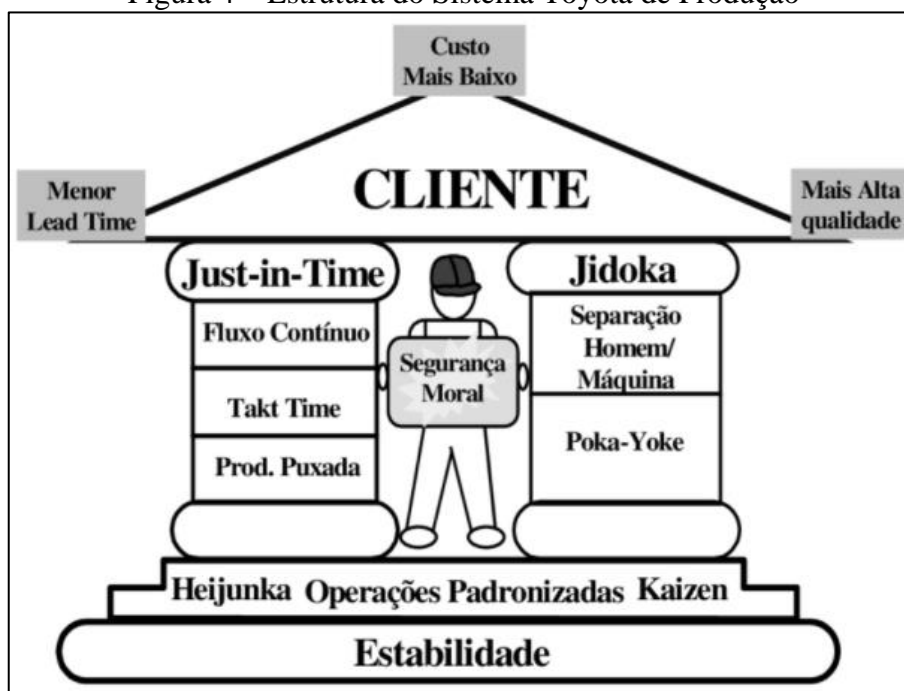
A manutenção da qualidade desenvolve atividades que se destinam a definir as condições ideais do equipamento, para que eles não produzam produtos defeituosos. Uma vez definidas estas condições, deve-se assegurar que sejam mantidas. Para isso, tais condições são monitoradas periodicamente, verificando se estão dentro dos

padrões estabelecidos. O ideal da manutenção da qualidade é atingir “zero defeitos”, ou seja, eliminar completamente a ocorrência de defeitos.

Kardec e Nascif (2012) também definem este, como sendo o pilar responsável pela construção do zero defeito. Este conceito está diretamente relacionado à técnica japonesa *Poka-Yoke*.

Ghinatto (1996, p. 145) propõe para a estrutura do STP a incorporação da lógica do subsistema de quebra zero, pela articulação dos 5 S (*seiri* [selecionar]; *seiton* [armazenar adequadamente]; *seiso* [fazer brilhar]; *seiketsu* [persistir nisso] e *shitsuke* [perseverança]) com a manutenção produtiva total – Figura 4. O pressuposto para justificar a importância da utilização da manutenção produtiva total no corpo do Sistema Toyota de Produção é que “o STP não poderia deixar de dispensar uma atenção especial às máquinas, pois os estoques mínimos entre processos não são suficientes para absorver paradas por quebras que afetariam a produção” e “o funcionamento de uma máquina ou equipamento em condições precárias aumentaria o risco da geração de produtos defeituosos, o que também afetaria o fluxo de produção” (ANTUNES *et al.*, 2008, p. 256).

Figura 4 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ghinatto (1996 apud ANTUNES *et al.*, 2008).

Segundo os autores Neto e Scarpim (2014), a manutenção da qualidade busca incessantemente três objetivos:

- a) zero defeito;
- b) zero retrabalho;
- c) zero rejeito.

2.1.4.7 Melhoria dos Processos Administrativos ou TPM *Office*

Segundo Kardec e Nescif (2012, p. 220), este pilar trata do “Estabelecimento de um programa de TPM nas áreas administrativas, visando o aumento de sua eficiência.” De acordo com os autores Lampkowski, Masson e Carrijo (2006, p. 5), “Podemos considerar que um escritório nada mais é do que uma fábrica de informações, onde entram insumos (informações de entrada), estes insumos são processados e transformados em um produto (informações de saída). O “produto” da área administrativa também tem que ser “produzido” da forma mais rápida possível e com a maior qualidade (sem erros e de forma confiável).”

As atividades desenvolvidas no TPM administrativo devem trazer benefícios como: aumento de produtividade, tempo de resposta e redução de custos, em áreas de apoio, não somente apoio às áreas de produção, mas em todas as áreas de organização. Os escritórios são fábricas de informação e tais produtos, as informações, devem ter também qualidade como um produto fabricado, portanto a mesma filosofia aplicada às áreas produtivas deve estar presente nas áreas administrativas, ou seja, perda zero (NETO; SCARPIM, 2014).

Segundo os autores Lampkowski, Masson e Carrijo (2006), a implementação deste pilar pode acontecer através da aplicação de ferramentas como, a Estruturação do 5S – que tem como propósito tornar o ambiente mais agradável, limpo e organizado, para que as funções desempenhadas pelos profissionais sejam facilitadas e assertivas, pois com documentos em excesso, em duplicidade, não se pode encontrar rapidamente as soluções simples ou informações necessárias. Portanto, com a utilização de Controles Visuais, Rotinas de Descarte, Rodízio de Atividades, temos a base para aumentar a performance. Atividades de Manutenção Autônoma – de forma semelhante a fábrica, a área administrativa também pode trabalhar em de forma interdisciplinar, em pequenos grupos que desenvolvem a mesma tarefa ou função, sendo as principais atividades destes grupos, definir quais são os processos de sua área, uma forma de medir a eficiência, suas perdas, analisar funções executadas e se há tarefas que podem ser eliminadas ou formas de executar uma tarefa que pode ser melhorada.

2.1.4.8 Segurança, Saúde e Meio Ambiente

Segundo Neto e Scarpim (2014, p. 80), “O fator segurança, higiene e meio ambiente tem seu foco voltado para a qualidade de vida no trabalho de cada colaborador, objetivando um índice de zero acidente e também um índice de zero contaminação ambiental.”

Pode-se dizer que este pilar se sustenta através da prática dos demais pilares da TPM e seu objetivo vai de encontro ao cuidado ativo e a melhoria contínua nas condições de trabalho.

Neto e Scarpim (2014, p. 81) destacam que:

O papel da tutela ambiental desenvolvido por esse pilar é importantíssimo, tanto interna, quanto externamente. Internamente, as atividades ambientais preocupam-se em proporcionar um local de trabalho mais agradável e menos insalubre. Externamente, tais atividades permitem que a fábrica esteja com seus aspectos controlados, diminuindo seu impacto ambiental, melhorando, dessa forma, sua imagem no mercado. Este pilar age por intermédio de times próprios, estudos de caso e também em conjunto com a Manutenção Autônoma, que trabalha fortemente na indicação dos perigos e aspectos presentes em seu local de trabalho.

De acordo com os autores Lampkowski, Masson e Carrijo (2006), as atividades deste pilar são focadas na prevenção de acidentes, quer sejam eles, pessoais ou ambientais, atuando para eliminar:

- a) condições inseguras – problemas físicos que podem causar acidentes, como por exemplo, falta de proteções mecânicas em partes móveis de uma máquina ou desníveis em locais de alta circulação de pessoas;
- b) atos inseguros – é o não cumprimento de normas, como uma ação com o intuito de burlar um sistema de segurança de uma máquina que está rodando, ou acessar em áreas classificadas sem os equipamentos de proteção indicados.

2.1.5 Implementação da TPM

De acordo com Neto e Scarpim (2014, p. 82), “A filosofia TPM proporciona mudanças quando bem aplicada numa organização, fazendo com que paradigmas sejam mudados, atingindo-se excelentes níveis de produtividade e competitividade.” Porém, segundo os autores Kardec e Nascif (2012), em boa parte da indústria nacional, o programa é implantado, se desenvolve até certo ponto e em seguida cai em desuso até ser retomado. Este ciclo tende a ser repetitivo e a cada nova tentativa torna-se mais difícil sua aceitação e evolução, devido a descrença nos resultados.

De maneira objetiva, a implementação da filosofia TPM deve obedecer ao esquema representado no Quadro 2, abaixo, que relaciona conjuntos de atividades pertencentes aos oito pilares da metodologia.

Quadro 2 – Etapas da implementação do TPM

Fase	Nº	Etapa	Ações
	1	Comprometimento da alta administração	a) Divulgação da TPM em todas as áreas da empresa b) Divulgação através de jornais internos
	2	Divulgação e treinamento inicial	c) Seminário interno dirigido a gerentes de níveis superior e intermediário d) Treinamento de operadores
	3	Definição do Órgão ou Comitê responsável pela implementação	e) Estruturação e definição das pessoas do Comitê de Implantação
	4	Definição da Política e Metas	f) Escolhas das metas e objetivos a serem alcançados
	5	Elaboração do Plano Diretor de Implantação	g) Detalhamento do plano de implantação em todos os níveis
Introdução	6	Outras atividades relacionadas com a introdução	h) Convites a fornecedores, fornecedores e empresas contratadas
	7	Melhorias em máquinas e equipamentos	i) Definição de área e/ou equipamentos e estruturação das equipes de trabalho
	8	Estruturação da Manutenção Autônoma	j) Implementação da Manutenção Autônoma, por etapas, de acordo com o programa k) Auditoria de cada etapa
	9	Estruturação do Setor de Manutenção e condução da Manutenção Preditiva	l) Condução da Manutenção Preditiva m) Sobressalentes, Ferramentas e Desenho...
	10	Desenvolvimento e capacitação de pessoal	n) Treinamento do pessoal de operação para desenvolvimento de novas habilidades relativas à manutenção o) Treinamento de pessoal de manutenção para análise, diagnóstico, etc. p) Formação de líderes q) Educação de todo o pessoal
	11	Estrutura para controle e gestão dos equipamentos numa fase inicial	r) Gestão do fluxo inicial s) LCC (<i>Life Cycle Cost</i>)
Consolidação	12	Realização da TPM e seu aperfeiçoamento	t) Candidatura ao Prêmio PM u) Busca de objetivos mais ambiciosos

Fonte: Kardec e Nascif (2012, p. 221)

Por se tratar, o TPM, de um projeto de implementação complexo e de longo prazo, principalmente por mudar paradigmas e culturas organizacionais, através do aprendizado, motivação e maturação intelectual dos envolvidos, ele é dividido em 12 etapas que podem ser agrupadas em quatro fases (NAKAJIMA, 1989, p. 45-46).

- a) preparação – e etapas 1 a 5 – que correspondem a construção de um ambiente propício para o início da implementação, onde se busca a conscientização e o comprometimento de toda a organização;
- b) introdução – etapa 6 – momento em que ocorre o lançamento do projeto. As atividades relacionadas ao lançamento devem servir como elemento motivador para toda a organização;
- c) implantação – etapas 7 a 11 – nesta fase, todas as atividades relacionadas a melhoria da eficiência global dos equipamentos e sistemas são postas em marcha, isto é, colocadas em fase de testes e posteriormente, operação;
- d) consolidação – etapa 12 – onde a manutenção dos resultados obtidos durante a implementação passa a ser o grande desafio, incluindo a candidatura ao prêmio de excelência do JIPM.

2.2 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Segundo Nascif e Dorigo (2010), o setor de manutenção e seu conjunto de atribuições o tornam um departamento de importância elevada a função estratégica de uma organização, tendo em vista sua relação direta aos resultados da empresa. Apesar de alguns negócios atribuírem a responsabilidade total da produção aos setores de operação, a produção de bens e serviços é de responsabilidade de diversos departamentos da organização, mesmo que o grau de envolvimento seja maior ou menor, dependendo de cada caso.

Ainda segundo os autores, a Gestão da Manutenção, assim como todas as atividades da Organização, depende da presença de dois processos:

- a) Gerenciamento de Rotina – diz respeito a existência de uma rotina previsível, do ponto de vista da operação da manutenção de forma estabilizada, pois em qualquer negócio é fundamental a existência de processos sob controle para buscar se implementar melhorias. Do contrário, sem a existência de processos estabilizados não se sobra tempo para nada além de atividades reativas a urgências do dia a dia;

- b) Implantação de Melhorias – é o processo que permite a utilização dos ativos na sua plenitude, atendendo aos resultados desejados e aumentando a competitividade da empresa no segmento de atuação.

A partir deste pressuposto, o capítulo atual apresenta o referencial teórico acerca do tema gestão da manutenção orientada para a produtividade, principais conceitos e indicadores focados na disponibilidade, confiabilidade e foco nos resultados, para complementar o tema TPM.

2.2.1 A Manutenção

A manutenção é responsável por executar atividades de conservação nos ativos industriais, tais como instalações, máquinas e equipamentos em condições de uso. Isso se dá através da análise do funcionamento de instalações e equipamentos, de modo a observar e manter a condição de operação reduzindo ao máximo os números de quebras, com a missão de chegar a zero, para evitar paralisações ou inutilização dos recursos disponíveis. (NETO; SCARPIM, 2014).

Para Nascif e Dorigo (2010), em geral, a missão da manutenção é garantir a confiabilidade e disponibilidade dos ativos de modo a atender a um programa de produção ou prestação de serviços com segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.

2.2.1.1 Estratégia e Tipos de Manutenção

Quanto à estratégia de centralização da manutenção, existem três tipos básicos, centralizada, descentralizada e mista (ANTUNES, 2001, CAMARA, apud MORAES, 2004).

Segundo Nascif e Dorigo (2009, p. 186) a estrutura centralizada “É muito aplicada em plantas industriais compactas, que envolvem muitos especialistas, como as refinarias de petróleo com projeto integrado. Nesses casos existe uma única gerência de Manutenção, que controla todas as atividades.”

“Na manutenção centralizada todos os recursos materiais e humanos são alocados em um único ponto e de lá são direcionados para o atendimento de todas as demais áreas da empresa.” (MORAES, 2004, p. 26).

Nascif e Dorigo (2009, p. 187) afirmam, sobre a estrutura descentralizada, que:

Nessa formatação, os oficiais especializados executantes, supervisores e núcleo do PCM ficam ligados à Produção, mantendo-se a engenharia de manutenção centralizada.

O pessoal é subordinado hierarquicamente à Produção e tem subordinação técnica ao grupamento de Engenharia de Manutenção, que detém o *know-how* de Manutenção.

Segundo Moraes (2004, p. 27), “Na descentralização, divide-se a fábrica em diversas áreas, tendo cada uma o seu setor de manutenção. Esse conceito é aplicado principalmente em áreas onde as tarefas de manutenção apresentam baixa complexidade e não demandam grande especialização de seus executantes.”

Além das estruturas de manutenção centralizada e descentralizada existe uma terceira opção que mescla traços das duas primeiras estratégias explicadas. Trata-se da estrutura mista, mais comum em ambientes maiores, com postos avançados em diversos setores de produção, além de profissionais dedicados a estes setores. (MORAES, 2004).

Segundo Moraes (2004) existe uma tendência de crescimento na opção da forma de atuação para os modelos de manutenção mista ou descentralizadas. No Quadro 3, abaixo, é possível observar que, na média geral, esses dois tipos de estratégia correspondem a 45%.

Quadro 3 – Organização da manutenção – forma de atuação

Setores	Organização Central (%)	Organização Descentralizada (%)	Organização Mista (%)
Açúcar e Alcool, Alimentos e Bebidas	67%	11%	22%
Aeronáutico e Automotivo	50%	0%	50%
Eletroeletrônicos - Energia Elétrica	33%	50%	17%
Químico e Saneamento	67%	33%	0%
Mineração e Siderúrgico	50%	0%	50%
Petróleo e Petroquímico	45%	33%	22%
Papel e Celulose e Plástico	75%	0%	25%
Predial e Prestação de Serviços (EQ e MO)	45%	33%	22%
Máquinas e Equipamentos - Metalúrgico	60%	20%	20%
Média Geral	55%	20%	25%

Fonte: ABRAMAN (2017, p. 1)

Além das estratégias do modo de operação do setor de manutenção, no que diz respeito a alocação do corpo técnico e dos recursos, existem os tipos de manutenção. Estes, também podem variar, de acordo com a opção estratégica de uma organização.

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), os tipos de manutenção envolvem, basicamente, a manutenção corretiva, preventiva e a manutenção preditiva. Ainda, as formas básicas de manutenção são: centralizada, descentralizada e mista.

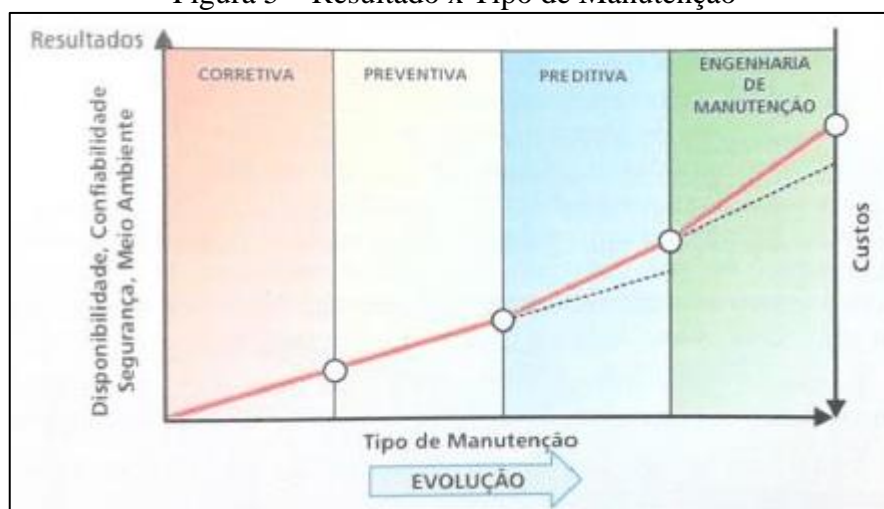
Para Kardec e Nascif (2012) os tipos de manutenções podem ser considerados como práticas ou estratégias de manutenção, vide Figura 5, desde que sua aplicação seja resultado de uma definição gerencial ou política global da instalação. São elas:

- a) manutenção corretiva não planejada ou emergencial;
- b) manutenção corretiva planejada;

- c) manutenção preventiva;
- d) manutenção preditiva;
- e) manutenção detectiva;
- f) engenharia de manutenção ou manutenção de melhorias.

Segundo Xenos (1998) existem diferentes maneiras de classificar os vários métodos de manutenção, porém é preciso entender o real significado e seus resultados para a compreensão destas classificações.

Figura 5 – Resultado x Tipo de Manutenção



Fonte: Kardec e Nascif (2012, p. 69).

Ainda, de acordo com Kardec e Nascif (2012), várias ferramentas e metodologias adotadas nos dias de hoje têm em seu nome a palavra Manutenção, mas é importante notar que estes não são novas classes de manutenção propriamente ditas, mas sim, meios que sustentam a seleção e aplicação das estratégias disponíveis.

Dentre as metodologias e ferramentas disponíveis, destacam-se:

- a) manutenção produtiva total (TPM);
- b) manutenção centrada na confiabilidade (RCM);
- c) manutenção baseada na confiabilidade.

2.2.1.1.1 Manutenção Corretiva (Planejada e Não Planejada)

Tipo de intervenção efetuada em equipamentos ou sistemas que estejam em falha, podem ser planejadas ou não. Aquelas que ocorrem de forma não planejadas, são consideradas manutenções corretivas de emergência (FILHO, 2008). Segundo Kardec e Nascif (2012, p. 55) a “Manutenção Corretiva Não Planejada é a correção da falha de maneira aleatória.”

Segundo Xenos (1998) essa classe de manutenção sempre ocorre após a existência de uma falha e ao se optar por este método, deve-se levar em consideração fatores econômicos, de segurança e seus reflexos na produção.

“Normalmente, a manutenção corretiva não planejada implica altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda de qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção, além de poder afetar a segurança e o meio ambiente.” (KARDEC; NASCIF, 2012, p. 56).

“Manutenção corretiva planejada é a ação de correção do desempenho menor do que o esperado baseado no acompanhamento dos parâmetros de condições e diagnóstico levados a efeito pela preditiva, detectiva ou inspeção.” (KARDEC; NASCIF, 2012, p. 58).

2.2.1.1.2 Manutenção Preventiva

Segundo Filho (2008), as manutenções preventivas são realizadas em equipamentos que estejam em condições operacionais, ainda que apresentem defeitos de funcionamento. Esse tipo de estratégia pode ser periódico, ou seja, ocorre dentro de intervalos pré-determinados. Por exemplo, quilômetros percorridos, horas de funcionamento, ciclos de operação e etc.

Neste método as trocas de componentes acontecem com prazo fixo, ou seja, baseadas no tempo de operação ou número de ciclos do equipamento. Isso ocorre quando a inspeção preditiva é dificultosa ou mais onerosa (TAKAHASHI, 1993).

Conforme Xenos (1998, p. 24):

A manutenção preventiva, feita periodicamente, deve ser a atividade principal de manutenção em qualquer empresa. Na verdade, a manutenção preventiva é o coração das atividades de manutenção! Ela envolve algumas tarefas sistemáticas, tais como as inspeções, reformas e trocas de peças, principalmente. Uma vez estabelecida, a manutenção preventiva deve ter caráter obrigatório. Se comparada com a manutenção corretiva – somente do ponto de vista do custo de manutenção – a manutenção preventiva é mais cara pois as peças têm que ser trocadas e os componentes têm que ser reformados antes de atingirem seus limites de vida.

Em compensação, a frequência da ocorrência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e também diminuem as interrupções inesperadas da produção. Ou seja, se considerarmos o custo total, em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter domínio das paradas dos equipamentos, ao invés de se ficar sujeito às paradas inesperadas por falhas nos equipamentos.

2.2.1.1.3 Manutenção Preditiva

A NBR 5462:1994 define a manutenção preditiva como a estratégia que 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 (1994, p. 7).

Trata-se de uma abordagem de monitoramento das condições do equipamento em funcionamento, através de medições sistemáticas, periódicas ou contínuas, prevendo possíveis falhas com técnicas como a medição de ruídos, vibrações, análise de óleos, entre outras técnicas (FILHO, 2008).

Segundo Kardec e Nascif (2012, p. 62):

A manutenção preditiva é a primeira quebra de paradigma na manutenção e tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.

Se o objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado a manutenção preditiva é o de prever as condições dos equipamentos. Ou seja, a manutenção preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com equipamento produzindo.

Quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite previamente estabelecido é tomada a decisão de intervenção. Normalmente esse tipo de acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas com a produção. 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.

2.2.1.1.4 Manutenção Detectiva

Segundo Kardec e Nascif (2012), a manutenção detectiva trata de uma técnica de atuação executada em sistemas do tipo controle, comando e proteção, cujo objetivo é realizar prognósticos de falhas ocultas, ou não perceptíveis no dia a dia das operações de manutenção e produção.

Sendo assim, atividades realizadas para diagnosticar se a operação de um determinado equipamento está funcionando normalmente e sem a presença de defeitos não tão visíveis representam a manutenção detectiva. (NASCIF; DORIGO, 2009).

2.2.1.1.5 Engenharia de Manutenção

“É a segunda quebra de paradigma na manutenção. Praticar a engenharia de manutenção significa uma mudança cultural.” (KARDEC; NASCIF, 2012, p. 67).

De acordo com Fabro (2003, p. 46), “É de suma importância que o processo de manutenção esteja adequado à estratégia da organização, pois desta forma, torna viável a elaboração de um planejamento de manutenção que atenda as necessidades da manufatura e possibilite a maximização da disponibilidade dos equipamentos críticos.”

Kardec e Nascif (2009, p. 69) afirmam que “engenharia de manutenção significa perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do primeiro mundo.”

2.2.2 Indicadores de Manutenção

“Os indicadores devem representar bem o controle dos processos que realmente impactam os resultados da organização. Nem sempre esse foco é dotado e por isso há uma grande dispersão de esforços no controle de um grande número de indicadores.” (NASCIF; DORIGO, 2009, p. 19).

De encontro à citação acima, está o pensamento enxuto de simplicidade e objetividade para entender o conceito e modelar os indicadores ideais ao processo de gestão de cada setor de uma organização.

2.2.2.1 Conceito

Segundo Sperancetta (2005, p. 37), “Os indicadores de desempenho vêm sendo largamente utilizados nos mais diversos segmentos de negócios. No ambiente fabril os indicadores de desempenho são utilizados para medir atividades como produção, qualidade, manutenção, segurança, logística, treinamento e custos.”

Nascif e Dorigo (2009) afirmam que, os indicadores devem possuir os seguintes atributos, vide Quadro 4:

Quadro 4 – Atributos para composição de indicadores

(continua)

Atributo	Característica
Apropriado	Medir precisamente o aspecto operacional que precisa ser medido
Aceitável	Ser considerado por todos adequado para medir o aspecto operacional desejado
Simple	Ser fácil de entender, coletar e interpretar
Claro	Não pode ser ambíguo. A medida deve comunicar uma mensagem bem clara em relação a operação que está sendo medida

(conclusão)

Atributo	Característica
Comparável	Capaz de ser analisada em relação a dados colhidos interna ou externamente

Fonte: Nascif e Dorigo (2009, p. 17)

Xenos (1998) afirma que, os indicadores utilizados para o monitoramento dos resultados da manutenção, também chamados de itens de controle, compõem a etapa *check* do PDCA e o objetivo é expressar o resultado do processo de manutenção de maneira quantitativa. Se os resultados não são monitorados, não há gerenciamento sobre os resultados da manutenção.

“A manutenção responde pelo consumo de uma parte significativa do orçamento operacional das organizações, através de investimentos pesados nas instalações, maquinário e equipamentos. Monitorar o desempenho das operações de manutenção deve ser um dos pontos chave no gerenciamento das organizações.” (TSANG; JARDINE; KOLODNY, 1999 apud SPERANCETTA, 2005, p. 41).

Nascif e Dorigo (2009) afirmam que os principais indicadores de manutenção são apresentados no Documento Nacional. Abaixo é apresentado no Quadro 5, um exemplo do Documento Nacional da Abraman de 2011, a partir de um levantamento realizado junto a um número significativo de profissionais desse setor.

Quadro 5 – Grau de importância dos indicadores de manutenção

Principais indicadores de Desempenho Utilizados (Grau de Importância – G1)										G1 2011
Tipos	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	
Custos	26,21	26,49	26,32	25,91	21,45	21,96	20,33	18,98	21,56	1
Disponibilidade Operacional	25,20	24,70	22,60	23,24	19,58	19,81	18,51	20,68	20,74	2
TMEF (MTBF)	-	-	-	-	11,89	11,69	14,21	12,79	13,35	3
TMPR (MTTR)	-	-	-	-	9,56	11,46	11,74	11,94	12,11	4
Frequência de Falhas	17,54	12,20	14,24	16,22	11,66	12,17	9,75	9,81	10,47	5
Backlog	8,07	6,55	8,98	10,41	9,32	6,92	11,57	10,02	9,86	6
Satisfação do Cliente	13,91	11,01	11,76	11,86	8,62	8,11	8,93	9,38	6,37	7
Retrabalho	9,07	5,65	8,36	8,96	6,06	6,68	3,97	5,33	4,72	8
Não Utilizam	-	2,09	2,79	1,22	1,63	0,72	0,33	1,07	0,82	9
Outros indicadores	-	11,31	4,95	2,18	0,23	0,48	0,66	0,00	0,00	10

Fonte: ABRAMAN (2011)

Sperancetta (2005) afirma que informações precisas de desempenho dos equipamentos de produção são essenciais para medir o sucesso e a eficácia em longo prazo das atividades de TPM.

2.2.2.2 Indicadores Financeiros

Segundo Filho (2006), deve-se levar em conta que uma boa manutenção é responsável pelos gastos que efetua. Ou seja, se a equipe esbanjar seus recursos, obviamente os custos serão altos. Por outro lado, se esta mesma equipe não investir recursos financeiros para a manutenção dos ativos, os mesmos acabam por ser sucateados, gerando problemas de indisponibilidade.

“Os custos de manutenção dos equipamentos representam uma parcela dos custos de produção da organização. Para manter os equipamentos é preciso utilizar peças de reposição, materiais de consumo, energia, mão de obra de gerenciamento e execução, serviços subcontratados, dentre outros recursos.” (XENOS, 1998, p. 220).

Segundo Kardec e Nascif (2012, p. 80), “O Custo da Manutenção em relação ao faturamento bruto é o indicador macro mais utilizado no Brasil.”

2.2.2.2.1 *Custo de Manutenção por Faturamento Bruto*

Filho (2006) afirma que este indicador tem por finalidade conhecer a parcela das despesas de manutenção e da Manutenção no faturamento da empresa. O mesmo pode ser calculado através da Equação 1:

$$\text{Custo de manutenção por faturamento bruto} = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Faturamento bruto da empresa}} \quad (1)$$

2.2.2.3 Indicadores de Desempenho de Máquinas

“A gerência de máquinas é uma das primeiras necessidades da manutenção da fábrica, a maior necessidade e mais fácil de ser justificada e implantada. Afinal a manutenção industrial existe para as máquinas da fábrica, existe porque as máquinas existem e devem ser mantidas em bom funcionamento.” (FILHO, 2006, p. 63).

Nascif e Dorigo (2009) afirmam que as empresas necessitam de disponibilidade dos seus ativos para garantir a sobrevivência no mercado de atuação e que é responsabilidade da manutenção a execução das atividades de prevenção para garantir este resultado.

Filho (2006) destaca que o cliente sempre deseja um bom atendimento. Neste sentido, a meta deve ser a satisfação do cliente. Como na manutenção o cliente final é a operação, deve-se sempre lembrar que, para o bom desempenho de uma empresa, a produção depende da Equação 2:

$$\text{Produção} = \text{Operação} + \text{Manutenção} \quad (2)$$

2.2.2.3.1 Disponibilidade de Equipamentos

Filho (2006) define a Disponibilidade (DISP) como a probabilidade de um equipamento ou sistema estar à disposição da operação para a produção ou efetivamente estar produzindo. A DISP é calculada através da Equação 3:

$$DISP = \frac{\text{Tempo de operação total}}{\text{Tempo de operação total} + \text{Tempo de reparo total}} \quad (3)$$

Segundo Nascif e Dorigo (2009) a DISP pode, ainda, ser calculada através da relação entre o Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) e o Tempo Médio Para Reparo (MTTR), conforme Equação 4:

$$DISP = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (4)$$

2.2.2.3.2 Tempo Médio Entre Falhas

Encontrado na literatura como TMEF ou MTBF, é a média aritmética dos tempos existentes entre o fim de uma falha até o instante inicial de ocorrência da próxima falha em equipamentos que podem ser reparáveis e seu cálculo é realizado através da Equação 5 (FILHO, 2006).

$$MTBF = \frac{\text{Tempo de operação total no período}}{\text{Número de quebras do equipamento no período}} \quad (5)$$

2.2.2.3.3 Tempo Médio Para Reparo

É a média aritmética dos tempos de reparo de um sistema ou equipamento, vide Equação 6. Suas abreviações mais usuais encontradas na literatura são TMPR ou MTTR (FILHO, 2006).

$$MTTR = \frac{\sum \text{Tempos de reparo do equipamento no período}}{\text{Número de quebras do equipamento no período}} \quad (6)$$

3 PROPOSTA DE TRABALHO

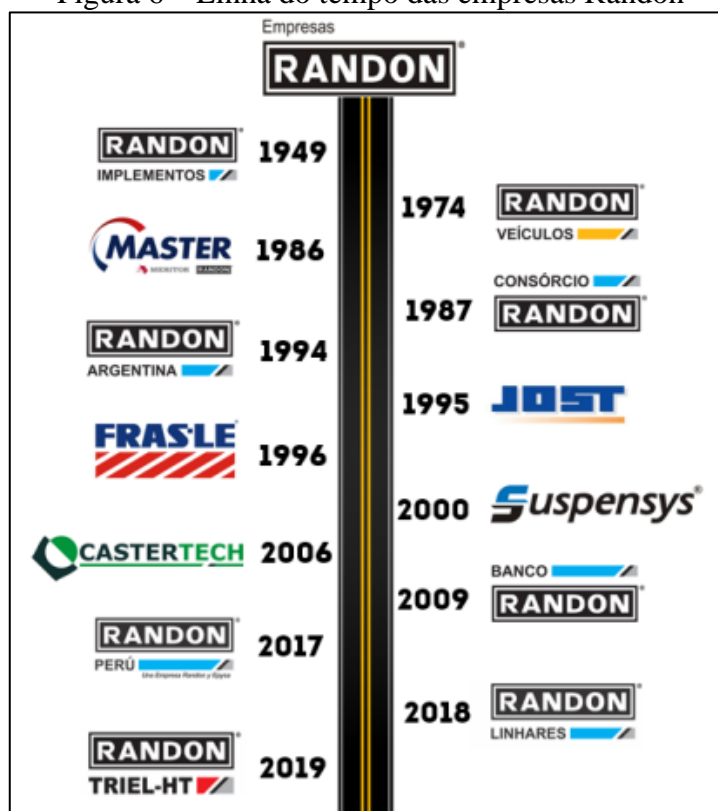
O presente capítulo descreve a trajetória e o perfil da empresa, o cenário atual do ambiente de estudo contendo informações sobre o nível de maturidade e oportunidades para a descrição das etapas propostas, a serem executadas no desenvolvimento do trabalho. Conforme definições iniciais apresentadas nos objetivos geral e específicos.

3.1 AMBIENTE DE TRABALHO

A Mecânica Randon, fundada em 1949 pelos irmãos Raul e Hercílio Randon, na cidade de Caxias do Sul, deu origem ao atual conglomerado de empresas que ocupam o *site* Interlagos. Tudo começou com uma pequena oficina, cujo negócio era voltado à reforma de motores industriais que acabou migrando para a fabricação de implementos rodoviários, constituindo assim a Randon S.A. Implementos e Participações, a empresa mais antiga do grupo.

O Grupo Randon composto pelas empresas da Figura 6, oferece produtos para os modais de transporte rodoviários, ferroviários e *off-road*, além de peças, componentes para veículos, serviços de pintura e linhas de crédito do Banco Randon.

Figura 6 – Linha do tempo das empresas Randon



Fonte: Relatório de Administração - Randon (2019, p. 5).

A Randon Implementos, maior fabricante de implementos rodoviários da América Latina e uma das principais empresas do mundo no segmento de atuação, desenvolve e vende soluções para o transporte de cargas, seus processos e produtos são compostos por tecnologias avançadas, alinhadas ao maior nível de disponibilidade no mercado.

Atualmente, a Randon Implementos possui plantas instaladas para fabricação de implementos nas cidades de Caxias do Sul (RS), Chapecó (SC) e Araraquara (SP), além de outras duas unidades no exterior, que operam na Argentina e no Peru.

3.2 CENÁRIO ATUAL

O presente trabalho foi realizado no setor de preparação e pintura líquida de caixas de carga (PPS) da Randon. Conforme consulta da estrutura cadastrada no sistema de gestão da empresa – SAP, este departamento da organização é constituído por quatro cabines de pintura líquida, duas cabines de jateamento de produtos, sendo um manual e o outro automático, um box de lavagem de implementos e três estufas, conforme esquema da Figura 7.

Figura 7 – Estrutura de equipamentos do setor













Represent.estrutura local instalação: Lista de estrutura			
Nível para cima		Explosão total	
Loc.instalação	1-IC-DIN-SPI-PPS	Vál.desde	18.11.2020
Denominação	PPS - PINTURA DE PRODUTOS ESPECIAIS		
▼ 1-IC-DIN-SPI-PPS	PPS - PINTURA DE PRODUTOS ESPECIAIS		
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-001	CABINE DE PINTURA 1 PPS		
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-002	CABINE DE PINTURA 2 PPS		
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-003	CABINE DE PINTURA 3 PPS		
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-004	JATO DE GRANALHA 1 PPS		
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-005	JATO DE GRANALHA 2 PPS		
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-006	CABINE DE LAVAGEM PPS		
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-007	ESTUFA 1 PPS		
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-008	ESTUFA 2 PPS		
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-009	ESTUFA 3 PPS		
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-010	CABINE DE PINTURA 4 PPS		

Fonte: SAP - Randon (2021).

Este setor da empresa é responsável pela preparação e pintura dos implementos das famílias de produtos basculante, tanque, carrega tudo, silo, entre outros ofertados pela empresa, conforme ressaltado na Figura 8. Além de ser utilizado, também, como setor para pintura de *dolly* e vagões ferroviários, a depender do volume, disponibilidade dos recursos e planejamento. Os produtos que passam por tal setor correspondem a 56,4 % da carteira classificada como linha

pesada, que é produzido no parque industrial de Caxias do Sul. Também é importante salientar, que tal setor de pintura é considerado um dos quatro setores críticos para o departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Figura 8 – Principais produtos da linha pesada Randon Implementos

		
Basculante	Silo	Tanque
		
Dolly	Carrega Tudo	Graneleiro
		
Florestal	Canavieiro	Base de Contêiner
		
Furgão	Sider	Frigorífico

Fonte: Adaptado de Randon (2021).

O intuito deste trabalho consiste na integração entre práticas da filosofia TPM, cujo projeto é capitaneado pela alta direção e o setor de manutenção da organização, utilizando a classificação dos equipamentos de acordo com a matriz de criticidade adotada pela empresa.

O setor de manutenção da empresa é composto por 89 funcionários diretos, que ocupam diferentes cargos na hierarquia organizacional, como:

- a) coordenador de manutenção industrial – responsável pela gestão do processo de manutenção como um todo e, também, da equipe que o apoia na implementação das práticas do Sistema de Manutenção Randon (SMR);
- b) líderes de processos de apoio – responsável pela gestão dos técnicos de manutenção e pela integração entre atividades administrativas e atendimentos de campo;

- c) engenheiros de manutenção eletrônica e mecânica – responsáveis pela gestão de recursos energéticos, como gases industriais, combustíveis, energia elétrica, ar comprimido, entre outros;
- d) analistas de manutenção – são subdivididos em responsabilidades, como os responsáveis pelo Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), analistas industriais e analistas de infraestrutura;
- e) assistentes, auxiliares administrativos e estagiários – responsáveis pela execução de atividades, em grande parte, administrativas e de suporte;
- f) técnicos eletroeletrônicos e mecânicos – são responsáveis pelas atividades preventivas, corretivas e atendimentos programados à fábrica e alguns recursos de infraestrutura.

Além dos colaboradores diretos, o setor de manutenção conta com empresas terceiras contratadas, que atendem a atividades específicas, tais como, manutenção em equipamentos de pintura líquida, obras civis, limpeza técnica, serralheria e infraestrutura elétrica.

3.2.1 O Sistema de Manutenção Randon (SMR)

A empresa possui um programa de trabalho voltado à excelência operacional intitulado Sistema Randon de Operações (SRO), Figura 9, cujos pilares de sustentação são Custo, Prazo, Velocidade, Flexibilidade, Qualidade, Tecnologia e Sustentabilidade.

Figura 9 – Sistema Randon de Operações (SRO)

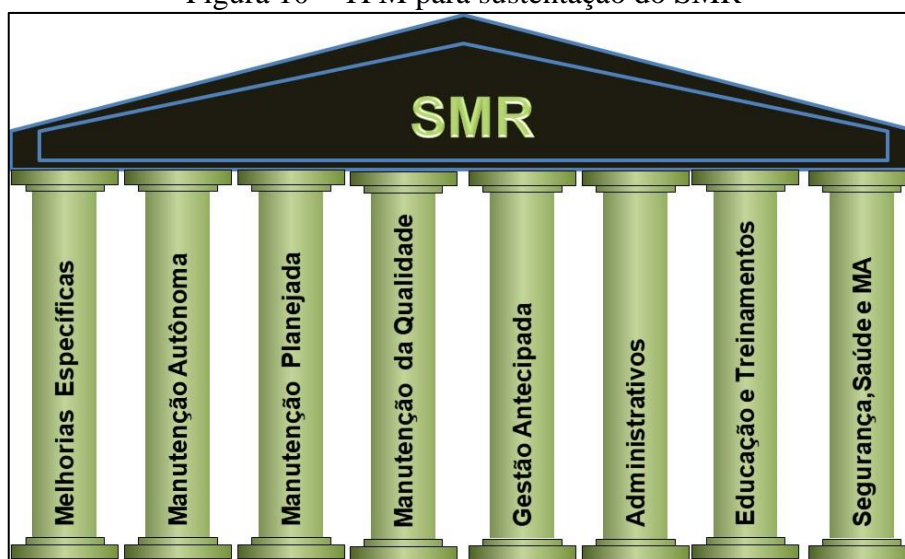


Fonte: Randon (2021).

O pilar Flexibilidade é desenvolvido, em boa parte, sobre o Sistema de Manutenção Randon (SMR), procedimento que regra o princípio de funcionamento da metodologia TPM com foco no aumento da disponibilidade e confiabilidade dos ativos, com custo apropriado.

O setor de manutenção utiliza os pilares da metodologia TPM para assegurar a boa condição de operação dos equipamentos e assim reduzir perdas associadas à presença de falha ou defeito dos ativos, definidos previamente, como críticos à operação. Isso coopera para o sucesso do programa SMR que fortalece a companhia.

Figura 10 – TPM para sustentação do SMR



Fonte: Randon (2021).

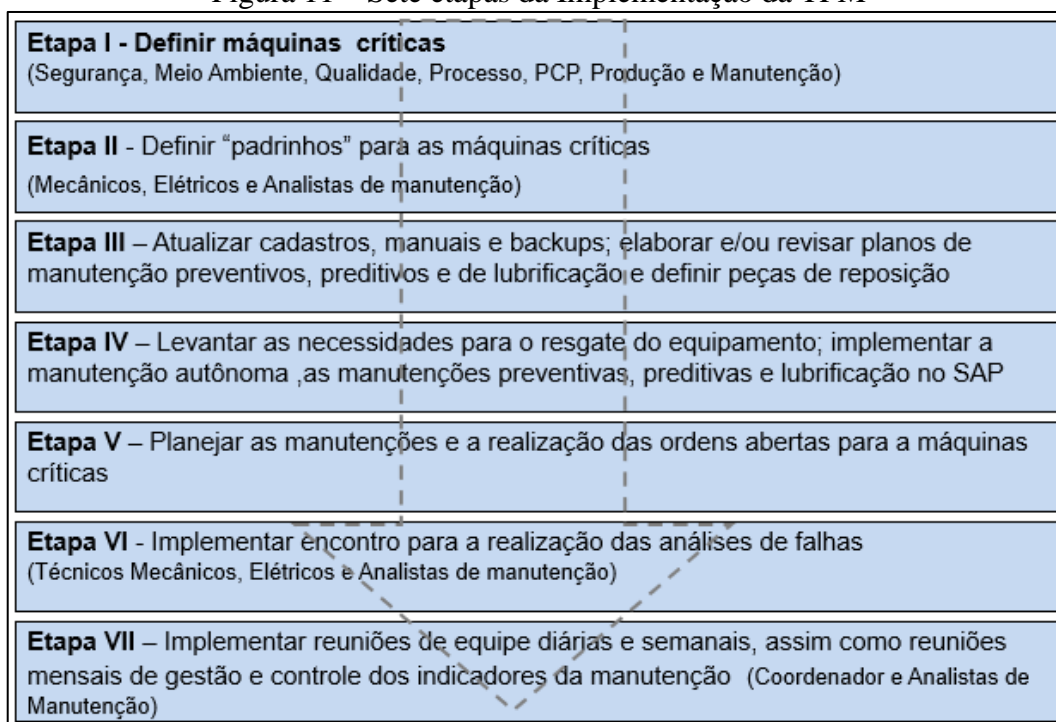
3.2.2 Etapas Definidas pela Organização para a Implementação do TPM

O setor de manutenção industrial possui um fluxo lógico com sete etapas para a implementação da metodologia, conforme sistema atual adotado. Compõem este processo, vide Figura 11, as seguintes atividades:

- a) etapa I – definir anualmente a criticidade dos equipamentos existentes através de pontuação da matriz de criticidade que leva em consideração os pontos de vista dos setores de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA), Qualidade, Produção e Manutenção para a implementação do SMR;
- b) etapa II – definir dupla de padrinho eletroeletrônico e mecânico para os equipamentos considerados “Nível A” na matriz de criticidade;
- c) etapa III – atualização cadastral dos equipamentos; verificação de manuais, desenhos, *backups* e planos de manutenção preventiva e/ou preditiva;

- d) etapa IV – elaborar planos de manutenção autônoma e implementar sua utilização junto ao setor de operação, além de identificar necessidades de resgate para equipamentos;
- e) etapa V – planejar e executar resgates de equipamentos com funcionalidades comprometidas levando em consideração o volume de intervenções necessárias e os recursos financeiros disponíveis;
- f) etapa VI – implementar rotinas para monitoramento e inspeções a serem realizadas pelos padrinhos dos equipamentos e operadores com o objetivo de observar a condição de operação do equipamento e o cumprimento dos planos estabelecidos anteriormente;
- g) etapa VII – realizar reuniões periódicas para acompanhamento dos indicadores e análise de falha dos equipamentos classificados.

Figura 11 – Sete etapas da Implementação da TPM

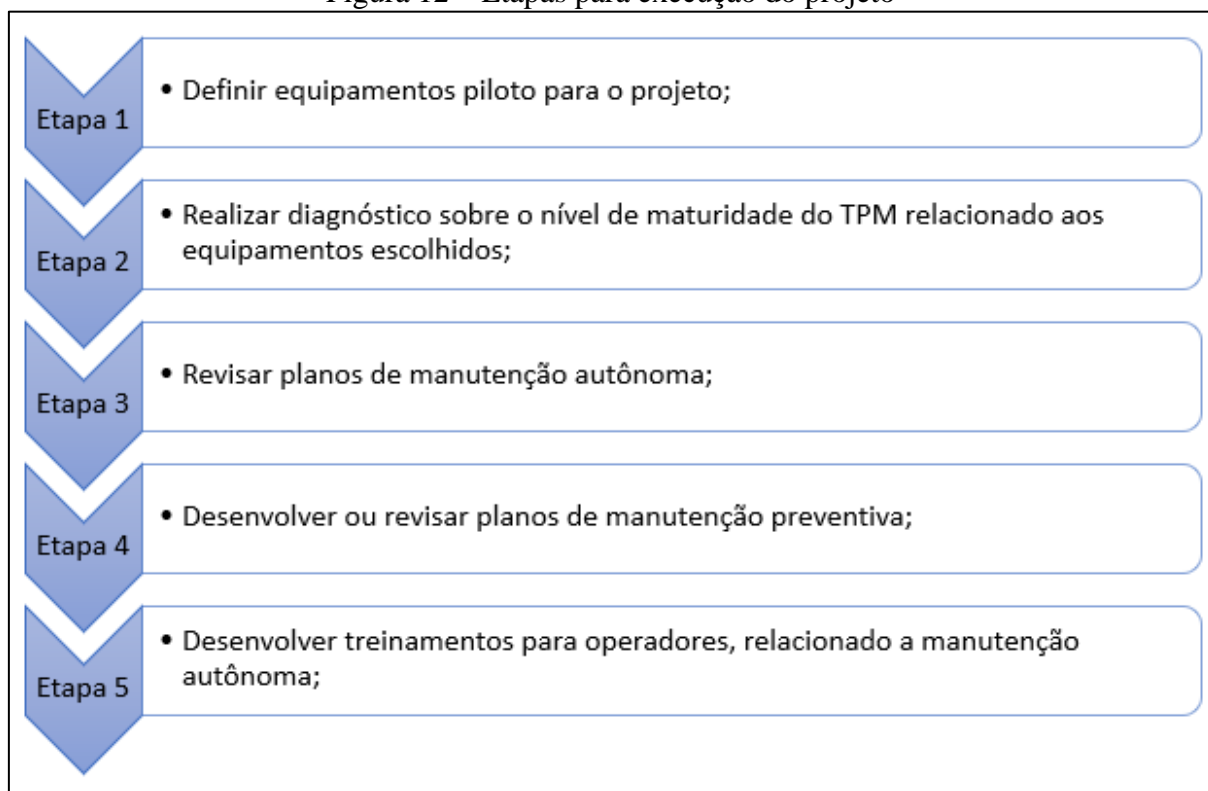


Fonte: Randon (2021).

3.3 PROPOSTA DE TRABALHO

Com o objetivo de avaliar a condição do TPM aplicado às cabines de pintura e seus subequipamentos, para propor melhorias ao sistema atualmente utilizado e implementar pilares da metodologia TPM, este trabalho deve seguir as etapas descritas abaixo, conforme esquema da Figura 12.

Figura 12 – Etapas para execução do projeto



Fonte: O autor (2021).

As próximas seções deste capítulo descrevem as etapas planejadas para o trabalho proposto.

3.3.1 Etapa 1 – Definir equipamentos piloto

Antes da utilização da matriz de criticidade, propriamente dita, é necessário avaliar a estrutura cadastrada no sistema de gestão da organização, modelo da Figura 13, para visualizar os níveis hierárquicos dos equipamentos selecionados, observando subequipamentos presentes no sistema.

O início idealizado para este trabalho consiste na definição dos equipamentos piloto, que vai desde a conferência de equipamentos cadastrados no sistema de gestão da empresa até a utilização da matriz de decisão para seleção de equipamentos para o projeto.

Para alguns dos especialistas em TPM, um dos pilares fundamentais da metodologia é o de controle inicial, que aborda a identificação e planejamento da manutenção para equipamentos novos quando se estuda a aquisição dos recursos. Como isto não foi executado no momento de reconstrução do setor de pintura, devido a um sinistro que ocorreu no ano de 2020 e danificou duas das três principais cabines de pintura líquida de um dos setores de pintura da empresa, é necessário iniciar o projeto pela revisão estrutural dos recursos desse setor.

Após a ocorrência, a organização passou por um período de reconstrução e recuperação da capacidade produtiva. Contudo, algumas etapas foram suprimidas no processo de aquisição dos novos ativos.

Figura 13 – Modelo de estrutura hierárquica de equipamentos industriais

Represent.estrutura local instalação: Lista de estrutura		
Loc. instalação	1-IC-DIN-SPI-PPS	Vál. desde 18.11.2020
Denominação	PPS - PINTURA DE PRODUTOS ESPECIAIS	
• MIC-7400-170	BEBEDOURO - PPS	
▼ 1-IC-DIN-SPI-PPS-001	CABINE DE PINTURA 1 PPS	
• MIC-6401-170	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS4 - (PEA-01)	
• MIC-6401-173	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS4 - (PEA-02)	
• MIC-6401-176	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS4 (PEA-03)	
• MIC-6401-181	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS3 - (PEB-01)	
• MIC-6401-188	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS3 - (PEB-02)	
• MIC-6401-198	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS3 - (PEB-03)	
• MIC-6401-204	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS3 - (PEB-04)	
• MIC-6401-259	BOMBA HUSKY COM CARRINHO - (BHU-01-02)	
• MIC-6401-339	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS4 - (PEA-04)	
• MIC-6703-103	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 1 (WALL-MAN)	
• MIC-6703-104	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 2 (WALL-MAN)	
• MIC-6940-005	PROMIX - SIST. DE MISTURA - (PMX-01)	
• MIC-6940-006	PROMIX - SIST. DE MISTURA - (PMX-02)	
• MIC-6950-009	VÁLVULA REGULADORA DE FLUÍDO (RFH-01)	
• MIC-6950-010	VÁLVULA REGULADORA DE FLUÍDO (RFH-02)	
• MIC-6950-011	VÁLVULA REGULADORA DE FLUÍDO (RFH-03)	
• MIC-6950-012	VÁLVULA REGULADORA DE FLUÍDO (RFH-04)	
• MIC-6950-014	VÁLVULA REGULADORA DE FLUÍDO (RFL-01)	
• MIC-6950-015	VÁLVULA REGULADORA DE FLUÍDO (RFL-02)	
• MIC-6950-016	VÁLVULA REGULADORA DE FLUÍDO (RFL-03)	
• MIC-6950-017	VÁLVULA REGULADORA DE FLUÍDO (RFL-04)	
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-002	CABINE DE PINTURA 2 PPS	
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-003	CABINE DE PINTURA 3 PPS	
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-004	JATO DE GRANALHA 1 PPS	
▶ 1-IC-DIN-SPI-PPS-005	JATO DE GRANALHA 2 PPS	

Fonte: SAP - Randon (2021).

Após a identificação dos equipamentos, para a execução dessa atividade, deve-se avaliar os critérios e utilizar a matriz de criticidade que é aplicado, pois é através deste mecanismo de análise e classificação, previamente definido, que serão selecionados os equipamentos a serem trabalhados.

A matriz de criticidade, Figura 14, é uma ferramenta adotada pela organização para classificar os equipamentos de cada setor, conforme critérios pré-estabelecidos, e de acordo com notas indicadas, em comum acordo entre os setores de segurança, meio ambiente, qualidade, engenharia de processos, programação da produção, produção e manutenção.

Figura 14 – Matriz de criticidade para equipamentos

DIVISÃO DOS EQUIPAMENTOS POR ÁREAS											
SETOR DE PINTURA - M14											
MANUTENÇÃO											
CARGA DA MÁQUINA											
SUBSTITUIÇÃO DA MÁQUINA POR OUTRA											
INFLUÊNCIA PARADA DA PRODUÇÃO											
QUALIDADE											
MEIO AMBIENTE											
SEGURANÇA											
NÚMERO	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	PRIOR. ATUAL	CRITÉRIO	CRITÉRIO	CRITÉRIO	CRITÉRIO	CRITÉRIO	CRITÉRIO	CRITÉRIO	PRIORIZAÇÃO PROPOSTA
1-IC-DIN-SPI-PPS-001	CABINE DE PINTURA 1 PPS	PPS - PINTURA DE PRODI	A								
1-IC-DIN-SPI-PPS-002	CABINE DE PINTURA 2 PPS	PPS - PINTURA DE PRODI	A								
1-IC-DIN-SPI-PPS-003	CABINE DE PINTURA 3 PPS	PPS - PINTURA DE PRODI	A								
1-IC-DIN-SPI-PPS-004	JATO DE GRANALHA 1 PPS	PPS - PINTURA DE PRODI	A								
1-IC-DIN-SPI-PPS-005	JATO DE GRANALHA 2 PPS	PPS - PINTURA DE PRODI	A								
1-IC-DIN-SPI-PPS-006	CABINE DE LAVAGEM PPS	PPS - PINTURA DE PRODI	A								
MIC-6402-170	MÁQUINA DE GRAVAR CHASSI	ACOPLEMENTO	A								
MIC-6562-007	CABINE DE PINTURA LÍQUIDA 04	PPS - PINTURA DE PRODI	A								
MIC-ESTUFA-PPS-05	PORTAS	ESTUFA PPS	A								
MIC-JATO1-PPS-01	SISTEMA DE SEGURANÇA	JATO DE GRANALHA 1 PF	A								

Fonte: Randon (2021).

A pontuação definida pela equipe deve corresponder a um critério que melhor representa a situação questionada, para cada categoria a ser avaliada, conforme Quadro 6, a seguir.

Quadro 6 – Relação critério x categoria para a matriz de decisão

(continua)

Categoria	Pergunta	Pontuação/ Critério
Segurança	O equipamento apresenta risco para a operação?	1 Nenhum risco
		2 Baixo potencial de causa de acidentes pessoais
		4 Médio potencial de causa de acidentes pessoais
		10 Alto potencial de causa de acidentes pessoais
Meio Ambiente	Qual o impacto ambiental proporcionado pela operação?	1 Nenhum impacto
		2 Baixo potencial de causa de dano ao Meio Ambiente
		4 Médio potencial de causa de dano ao Meio Ambiente
		10 Alto potencial de causa de dano ao Meio Ambiente
Qualidade	No que uma não conformidade do equipamento pode influenciar?	1 Não influencia sobre a qualidade final do produto
		2 Defeitos detectados no posto de trabalho
		4 Defeitos detectados na montagem
		5 Não se consegue detectar o defeito
Influência na Parada de Produção	Normalmente o que a quebra do equipamento provoca?	1 Parada do equipamento
		2 Parada na linha de produção
		4 Parada no setor
		5 Parada da fábrica/ influência no cliente
Substituição da Máquina por Outra	Existe redundância/ contingência no processo?	1 Por uma outra máquina/processo na fábrica
		2 Modificando um equipamento internamente
		4 Em fornecedores com período inferior a uma semana
		5 Impossível ou com período superior a uma semana

(conclusão)

Carga da Máquina	Como o equipamento opera?	1	Trabalha em 1 turno
		2	Trabalha em 2 turnos
		4	Trabalha em 3 turnos
		5	Trabalha em 3 turnos, mais períodos de hora extra
Manutenção	Qual é o tempo médio de reparo e entre falhas?	1	Menor que 3 horas/ até 3 intervenções
		2	Entre 3 e 6 horas/ entre 3 e 6 intervenções
		4	Entre 6 e 9 horas/ entre 6 e 9 intervenções
		5	Maior que 9 horas/ acima de 9 intervenções

Fonte: Adaptado de Randon (2021).

3.3.2 Etapa 2 – Realizar diagnóstico sobre o nível de maturidade do TPM

Esta etapa consiste em realizar um diagnóstico sobre a realidade atual das atividades da manutenção produtiva e da maturidade da metodologia TPM aplicada aos equipamentos selecionados para investigar o nível de implementação destes processos.

Para a execução dessa etapa, será utilizado como base o esquema do Quadro 7, abaixo, que foi adaptado do modelo de relatório de avaliação do diagnóstico de manutenção produtiva elaborado por Takahashi e Osada.

Quadro 7 – Diagnóstico da TPM

(continua)

Itens do diagnóstico	Pontos para diagnóstico	Avaliação				Observações
		Específico 4	3	2	Abstrato 1	
1	Metas da implementação da TPM (8 pontos)	1) Avaliar se os problemas atuais e as medidas reparadoras são específicos.				
		2) Avaliar se a data e os objetivos específicos dos reparos são claros.				
2	Sistema de Implementação da TPM (24 pontos)	1) Avaliar se a frequência e o conteúdo das reuniões do grupo de Manutenção Produtiva são substanciais.				
3	Redução das avarias do equipamento (21 pontos)	1) Avaliar se a quantidade de avarias dos equipamentos tem comportamento reutivo.				
4	Redução do tempo de preparação e paralisações (21 pontos)	1) Avaliar se o MTTR para equipamento é baixo.				
5	Status dos 5S's do equipamento (15 pontos)	1) Avaliar arrumação do equipamento e local de instalação.				
		2) Avaliar nível de limpeza do equipamento e local de instalação.				

(conclusão)

6	Lubrificação de componentes (10 pontos)	1) Avaliar se existem falhas recorrentes por falta de limpezas ou lubrificações.					
7	Manutenção Autônoma (10 pontos)	1) Avaliar plano de atividades autônomas e frequência de execução.					
8	Qualidade associada	1) Avaliar ocorrências de não qualidade associada à operação do equipamento.					
9	Segurança, saúde e meio ambiente	1) Avaliar riscos relacionados à operação do equipamento.					

Fonte: Adaptado de Takahashi e Osada (1993).

Esta análise deve levar em consideração a implementação dos pilares do TPM para os equipamentos envolvidos, investigando a presença de planos de manutenção, presença de rotinas autônomas, indicadores chaves para tais equipamentos, cadastros de recursos, presença de peças de reposição e ocorrências de manutenção corretivas.

3.3.3 Etapa 3 – Desenvolver ou revisar planos de manutenção autônoma

O intuito dessa etapa está diretamente relacionado à revisão dos planos de manutenção autônomas existentes para os equipamentos definidos. Caso não existam planos autônomos deverá ser criado documentos que servirão como instrução de rotina aos operadores responsáveis por realizar essa função.

Essas atividades devem estar relacionadas às habilidades desejadas e as legalmente possíveis, do ponto de vista técnico e de legislação trabalhista para que os usuários realizem os roteiros de inspeção e desenvolvam o interesse pelo bom desempenho dos equipamentos.

A avaliação consiste em comparar o plano de manutenção autônoma existente com os manuais do fabricante dos equipamentos e o histórico de falha. A partir desta avaliação, realizar ajustes necessários para contemplar todos os pontos de forma abrangente.

3.3.4 Etapa 4 – Revisar ou desenvolver planos de manutenção preventiva

Com base na seleção dos equipamentos relacionados a este projeto, deve-se observar a existência de planos de manutenção preventiva e preditiva, conforme disponibilidade de tecnologias no mercado, para aumentar o nível de prevenção de falhas e tornar os processos de manutenção mais robustos, do ponto de vista de planejamento confiabilidade de operação dos ativos.

Estes planos de manutenção devem estar intimamente relacionados aos manuais técnicos dos equipamentos, experiências vivenciadas pelos operadores, técnicos de manutenção e histórico de falhas dos equipamentos, conforme detalhado na seção 2.1.4.2.

3.3.5 Etapa 5 – Treinar operadores para as atividades de manutenção autônoma

A prática da manutenção autônoma exige dos operadores de produção, conhecimentos técnicos básicos acerca das condições necessárias para o bom desempenho do equipamento e os motivos gerais que antecedem a ocorrência de falhas.

Nesta etapa do projeto deverá ser realizado treinamento e orientações para os executantes das atividades de manutenção autônoma com o intuito de habilitar tais profissionais e fortalecer o vínculo entre operação e manutenção.

4 RESULTADOS

Neste capítulo é abordado o desenvolvimento das etapas detalhadas na seção 3.3, do capítulo anterior, com amparo na fundamentação teórica aprofundada no Capítulo 2, deste trabalho. O objetivo é seguir o passo a passo determinado para atingir os objetivos planejados ao longo do desenvolvimento dessa obra, até aqui.

4.1 DEFINIR EQUIPAMENTOS PILOTO

O primeiro passo para a execução desta etapa do trabalho tratou de inventariar a estrutura de equipamentos e cadastrar os mesmos no sistema de gestão da organização, inicialmente pelo macro ambiente da Figura 15.

Para a definição da posição hierárquica dos equipamentos, foi realizada uma reunião envolvendo as áreas de manutenção, engenharia de processos, patrimonial e controladoria.

Figura 15 – Revisão macro de cadastros SAP

ESTRUTURA ANTERIOR		ESTRUTURA REVISADA	
HC-DIN-SPI-PPS	PPS - PINTURA DE PRODUTOS ESPECIAIS	HC-DIN-SPI-PPS	PPS - PINTURA DE PRODUTOS ESPECIAIS EQUIPAMENTO NOVO 1 MIC-6703-111 MIC-6703-112 MIC-6703-113 MIC-6940-006 MIC-6940-004
HC-DIN-SPI-PPS-001	CABINE DE PINTURA 1 PPS	HC-DIN-SPI-PPS-001	CABINE DE PINTURA 1 PPS
HC-DIN-SPI-PPS-002	CABINE DE PINTURA 2 PPS	HC-DIN-SPI-PPS-002	CABINE DE PINTURA 2 PPS
HC-DIN-SPI-PPS-003	CABINE DE PINTURA 3 PPS	HC-DIN-SPI-PPS-003	CABINE DE PINTURA 3 PPS
HC-DIN-SPI-PPS-010	CABINE DE PINTURA 4 PPS	HC-DIN-SPI-PPS-010	CABINE DE PINTURA 4 PPS
			SISTEMA DE COLETA SOLVENTE S110 PU PLATAFORMA ELEVATÓRIA (WALL-MAN) PLATAFORMA ELEVATÓRIA (WALL-MAN) PLATAFORMA ELEVATÓRIA (WALL-MAN) PROMIX II - SIST. DE MISTURA - PM 06 XTREME - SIST. DE PINTURA - XMT 02

Fonte: O autor (2021).

Após a revisão macro para os equipamentos que compõem a seleção piloto do projeto realizado, foram abertas as listas estruturais das cabines de pintura 1, 2 e 3, conforme o cadastro no sistema da empresa e revisado este cadastro conforme Figuras 16, 17 e 18.

Para o projeto foi desconsiderado a cabine 4, por esta se tratar de uma cabine reserva, sem utilização para a capacidade produtiva do setor, e por ela não ser utilizada para nenhum tipo de atividade quando o projeto foi realizado.

Figura 16 – Revisão de cadastros cabine 1

ESTRUTURA ANTERIOR		ESTRUTURA REVISADA	
HC-DIN-SPI-PPS-001	CABINE DE PINTURA 1 PPS	HC-DIN-SPI-PPS-001	CABINE DE PINTURA 1 PPS
MIC-6401-170		EQUIPAMENTO NOVO 2	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP ALTA - PEA 01
MIC-6401-173		EQUIPAMENTO NOVO 3	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP ALTA - PEA 02
MIC-6401-176		EQUIPAMENTO NOVO 4	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP ALTA - PEA 03
MIC-6401-339		EQUIPAMENTO NOVO 5	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP ALTA - PEA 04
MIC-6401-181		EQUIPAMENTO NOVO 6	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 01
MIC-6401-188		EQUIPAMENTO NOVO 7	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 02
MIC-6401-188		EQUIPAMENTO NOVO 8	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 03
MIC-6401-204		EQUIPAMENTO NOVO 9	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 04
MIC-6401-259		EQUIPAMENTO NOVO 10	PROMIX 2 KS - SIST. DE MISTURA - PM 01
MIC-6703-103		EQUIPAMENTO NOVO 11	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 01
MIC-6703-104		EQUIPAMENTO NOVO 12	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 02
MIC-6940-005		EQUIPAMENTO NOVO 13	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 03
MIC-6940-008		EQUIPAMENTO NOVO 14	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 04
MIC-6950-009		EQUIPAMENTO NOVO 15	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFA 01
MIC-6950-010		EQUIPAMENTO NOVO 16	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFA 02
MIC-6950-011		EQUIPAMENTO NOVO 17	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFA 03
MIC-6950-012		EQUIPAMENTO NOVO 18	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFA 04
MIC-6950-014		EQUIPAMENTO NOVO 19	QUADRO DE COMANDO PNEUMÁTICO - QP 01
MIC-6950-015		EQUIPAMENTO NOVO 20	PROMIX 2 KS - SIST. DE MISTURA - PM 02
MIC-6950-016		EQUIPAMENTO NOVO 21	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 05
MIC-6950-017		EQUIPAMENTO NOVO 22	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 06
		EQUIPAMENTO NOVO 23	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 07
		EQUIPAMENTO NOVO 24	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 08
		EQUIPAMENTO NOVO 25	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 01
		EQUIPAMENTO NOVO 26	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 02
		EQUIPAMENTO NOVO 27	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 03
		EQUIPAMENTO NOVO 28	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 04
		EQUIPAMENTO NOVO 29	BOMBA HIGH FLO - BHF 01
		EQUIPAMENTO NOVO 30	QUADRO DE COMANDO PNEUMÁTICO - QP 02
		EQUIPAMENTO NOVO 31	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 01
		EQUIPAMENTO NOVO 32	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 02
		EQUIPAMENTO NOVO 33	QUADRO ELÉTRICO P/ AQUECEDORES - QE 01
		MIC-6703-103	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 1 (WALL-MAN)
		MIC-6703-104	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 2 (WALL-MAN)

Fonte: O autor (2021).

Figura 17 – Revisão de cadastros cabine 2

ESTRUTURA ANTERIOR		ESTRUTURA REVISADA	
HC-DIN-SPI-PPS-002	CABINE DE PINTURA 2 PPS	HC-DIN-SPI-PPS-002	CABINE DE PINTURA 2 PPS
MIC-6401-155		EQUIPAMENTO NOVO 34	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 05
MIC-6401-160		EQUIPAMENTO NOVO 35	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 06
MIC-6401-171		EQUIPAMENTO NOVO 36	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 07
MIC-6401-174		EQUIPAMENTO NOVO 37	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 08
MIC-6401-177		EQUIPAMENTO NOVO 38	PROMIX 2 KS - SIST. DE MISTURA - PM 03
MIC-6401-185		EQUIPAMENTO NOVO 39	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 09
MIC-6401-260		EQUIPAMENTO NOVO 40	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 10
MIC-6401-340		EQUIPAMENTO NOVO 41	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 11
MIC-6401-343		EQUIPAMENTO NOVO 42	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 12
MIC-6703-105		EQUIPAMENTO NOVO 43	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 05
MIC-6703-106		EQUIPAMENTO NOVO 44	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 06
MIC-6940-007		EQUIPAMENTO NOVO 45	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 07
MIC-6940-008		EQUIPAMENTO NOVO 46	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 08
MIC-6950-018		EQUIPAMENTO NOVO 47	BOMBA HIGH FLO - BHF 02
MIC-6950-019		EQUIPAMENTO NOVO 48	QUADRO DE COMANDO PNEUMÁTICO - QP 03
MIC-6950-020		EQUIPAMENTO NOVO 49	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 03
MIC-6950-021		EQUIPAMENTO NOVO 50	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 04
MIC-6950-022		EQUIPAMENTO NOVO 51	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 05
MIC-6950-023		EQUIPAMENTO NOVO 52	QUADRO ELÉTRICO P/ AQUECEDORES - QE 02
MIC-6950-024		MIC-6703-105	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 1 (WALL-MAN)
MIC-6950-025		MIC-6703-106	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 2 (WALL-MAN)
		MIC-6401-984	PISTOLA AIR LESS XTR7 - XTR 01
		MIC-6401-929	PISTOLA AIR LESS XTR7 - XTR 02
		MIC-6940-003	XMT0 PROMIX SIST. DE MISTURA - XMT 01

Fonte: O autor (2021).

Figura 18 – Revisão de cadastros cabine 3

ESTRUTURA ANTERIOR		ESTRUTURA REVISADA	
HC-DIN-SPI-PPS-003	CABINE DE PINTURA 3 PPS	HC-DIN-SPI-PPS-003	CABINE DE PINTURA 3 PPS
MIC-6401-156		MIC-6401-170	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS4 ALTA - PEA 05
MIC-6401-161		MIC-6401-173	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS4 ALTA - PEA 06
MIC-6401-165		MIC-6401-176	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS4 ALTA - PEA 07
MIC-6401-172		MIC-6401-339	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS4 ALTA - PEA 08
MIC-6401-175		EQUIPAMENTO NOVO 53	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 09
MIC-6401-180		EQUIPAMENTO NOVO 54	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 10
MIC-6401-186		EQUIPAMENTO NOVO 55	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 11
MIC-6401-257		EQUIPAMENTO NOVO 56	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XP BAIXA - PEB 12
MIC-6401-261		MIC-6940-005	PROMIX II - SIST. DE MISTURA - PM 04
MIC-6401-337		EQUIPAMENTO NOVO 57	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 13
MIC-6401-338		EQUIPAMENTO NOVO 58	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 14
MIC-6401-528		EQUIPAMENTO NOVO 59	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 15
MIC-6401-929		EQUIPAMENTO NOVO 60	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 16
MIC-6401-964		MIC-6950-009	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFA 05
MIC-6401-965		MIC-6950-010	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFA 06
MIC-6401-972		MIC-6950-011	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFA 07
MIC-6401-973		MIC-6950-012	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFA 08
MIC-6703-107		MIC-6952-004	PROMIX 2 KS - SIST. DE MISTURA - PM 05
MIC-6703-108		EQUIPAMENTO NOVO 61	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 17
MIC-6940-001		EQUIPAMENTO NOVO 62	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 18
MIC-6940-002		EQUIPAMENTO NOVO 63	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 19
MIC-6940-003		EQUIPAMENTO NOVO 64	CAIXA DE LIMPEZA P/PISTOLA - CL 20
MIC-6940-004		MIC-6950-014	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 09
MIC-6950-001		MIC-6950-015	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 10
MIC-6950-002		MIC-6950-016	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 11
MIC-6950-003		MIC-6950-017	VÁLVULA REGUL. DE FLUÍDO - RFB 12
MIC-6950-004		EQUIPAMENTO NOVO 65	BOMBA HIGH FLO - BHF 03
MIC-6950-005		EQUIPAMENTO NOVO 66	QUADRO DE COMANDO PNEUMÁTICO - QP 04
MIC-6950-006		EQUIPAMENTO NOVO 67	QUADRO DE COMANDO PNEUMÁTICO - QP 05
MIC-6950-007		EQUIPAMENTO NOVO 68	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 06
MIC-6950-008		EQUIPAMENTO NOVO 69	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 07
		EQUIPAMENTO NOVO 70	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 08
		EQUIPAMENTO NOVO 71	QUADRO ELÉTRICO P/ AQUECEDORES - QE 03
		MIC-6703-107	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 1 (WALL-MAN)
		MIC-6703-108	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 2 (WALL-MAN)

Fonte: O autor (2021).

Após a revisão, foi realizado o cadastro no sistema de gestão, Figura 19, e identificados os equipamentos no ambiente onde estão inseridos, Figura 20 e 21, para facilitar a abertura de chamados e melhorar a qualidade do histórico de manutenção.

Figura 19 – Cadastros no SAP para uma das cabines avaliadas

Exibir equipamento: lista de equipamentos			
S...	Equipamento	Denominação do objeto técnico	Denominação do loc. instalação
LIB	MIC-6400-606	PISTOLA ELETROSTA PRO XP ALTA - PEA 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6400-657	PISTOLA ELETROSTA PRO XP ALTA - PEA 02	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6400-668	PISTOLA ELETROSTA PRO XP ALTA - PEA 03	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6400-670	PISTOLA ELETROSTA PRO XP ALTA - PEA 04	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6400-671	PISTOLA ELETROSTA PRO XP BAIXA - PEB 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6400-672	PISTOLA ELETROSTA PRO XP BAIXA - PEB 02	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6400-673	PISTOLA ELETROSTA PRO XP BAIXA - PEB 03	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6400-674	PISTOLA ELETROSTA PRO XP BAIXA - PEB 04	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6401-198	PISTOLA ELETROSTÁTICA PRO XS3 - (PEB-03)	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6410-049	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6410-050	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 02	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6703-103	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 1 (WALL-MAN)	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6703-104	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 2 (WALL-MAN)	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6825-041	CAIXA DE LIMPEZA P/ PISTOLA - CL 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6825-042	CAIXA DE LIMPEZA P/ PISTOLA - CL 02	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6825-043	CAIXA DE LIMPEZA P/ PISTOLA - CL 03	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6825-044	CAIXA DE LIMPEZA P/ PISTOLA - CL 04	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6825-045	CAIXA DE LIMPEZA P/ PISTOLA - CL 05	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6825-046	CAIXA DE LIMPEZA P/ PISTOLA - CL 06	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6825-047	CAIXA DE LIMPEZA P/ PISTOLA - CL 07	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6825-048	CAIXA DE LIMPEZA P/ PISTOLA - CL 08	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6825-049	CAIXA LIMPEZA P/ BICO DE PISTOLA-CLB 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6825-050	CAIXA LIMPEZA P/ BICO DE PISTOLA-CLB 02	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6830-134	BOMBA HIGH FLO - BHF 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6840-019	QUADRO DE COMANDO PNEUMATICO - QP 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6840-020	QUADRO DE COMANDO PNEUMATICO - QP 02	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6840-021	QUADRO ELÉTRICO P/ AQUECEDORES - QE 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6940-017	PROMIX 2 KE - SIST. DE MISTURA - PM 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6940-018	PROMIX 2 KS - SIST. DE MISTURA - PM 02	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6950-036	VALVULA REGUL DE FLUÍDO - RFA 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6950-037	VALVULA REGUL DE FLUÍDO - RFA 02	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6950-038	VALVULA REGUL DE FLUÍDO - RFA 03	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6950-039	VALVULA REGUL DE FLUÍDO - RFA 04	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6950-040	VALVULA REGUL DE FLUÍDO - RFB 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6950-041	VALVULA REGUL DE FLUÍDO - RFB 02	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6950-042	VALVULA REGUL DE FLUÍDO - RFB 03	CABINE DE PINTURA 1 PPS
LIB	MIC-6950-043	VALVULA REGUL DE FLUÍDO - RFB 04	CABINE DE PINTURA 1 PPS

Fonte: SAP - Randon (2021).

Figura 20 – Identificação física dos equipamentos fora da cabine



Fonte: O autor (2021).

Figura 21 – Identificação física dos equipamentos dentro da cabine



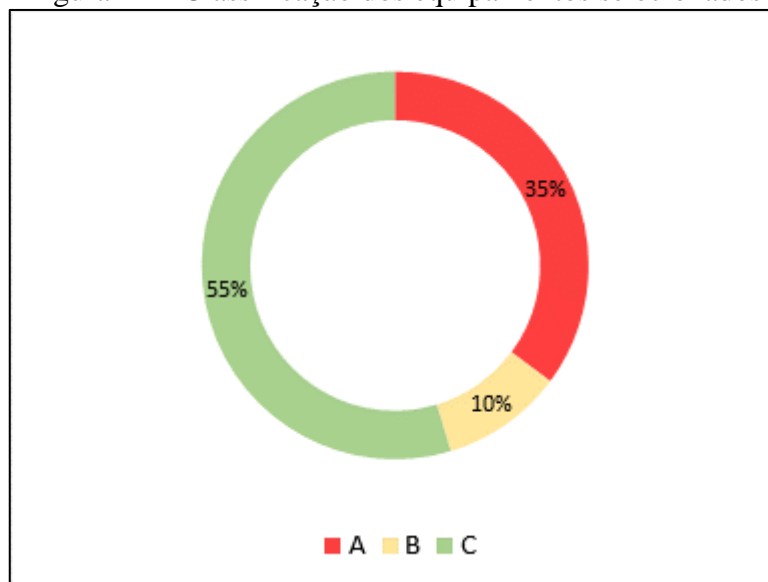
Fonte: O autor (2021).

Com os passos anteriores executados, foi aplicado a matriz de criticidade, adotada pela organização, para a classificação quanto ao grau de importância para as famílias dos equipamentos utilizados no processo de pintura, avaliando os sete critérios apontados na seção 3.3.1 da proposta de trabalho.

Para a classificação foi realizada uma reunião online entre as áreas de meio ambiente, segurança do trabalho, qualidade, gestão da produção, engenharia de processos, programação da produção e manutenção. Como resultado do encontro, foi completada a matriz, conforme Apêndice A.

Essa subdivisão realizada obteve como resultado a classificação de cento e oito equipamentos divididos nas frações dispostas na Figura 22, a seguir.

Figura 22 – Classificação dos equipamentos selecionados



Fonte: O autor (2021).

Com base nessa classificação foi possível identificar os equipamentos obrigatórios a serem contemplados pelo projeto desenvolvido nas seções posteriores, uma vez que atingiram pontuação de destaque em um ou mais critério avaliado.

De acordo com o resultado da subdivisão dos equipamentos, seguindo a criticidade pontuada, os planos foram estruturados da seguinte forma:

- a) criticidade A – planos de manutenção preventiva com periodicidade de 4, 6, 12, 24 e 52 semanas, além de *checklist* e plano de lubrificação;

- b) criticidade B – planos de manutenção preventiva com periodicidade de 12 e 24 semanas, além de *checklist* e plano de lubrificação;
- c) criticidade C – planos de manutenção preventiva com periodicidade de 12 e 24 semanas, além de *checklist*;

4.2 REALIZAR DIAGNÓSTICO SOBRE O NÍVEL DE MATURIDADE DO TPM

Para a realização do diagnóstico sobre o nível de maturidade do TPM na organização onde o trabalho foi aplicado, se utilizou um modelo de questionário sugerido por Takahashi em seu livro, porém o questionário foi adaptado para contemplar os oito pilares que foram desdobrados na seção 2.1.4 da fundamentação teórica.

A partir da observação citada acima, o questionário foi montado de acordo com o Apêndice B, e aplicado de forma assistida pelo acadêmico e com foco nas partes interessadas para cada pilar. A pontuação foi definida em conjunto entre as partes auditadas e o auditor e escritor deste trabalho.

Após a avaliação do pilar de manutenção autônoma, a saída considerada foi a necessidade de ampliação do cronograma de manutenção autônoma para os equipamentos críticos definidos na etapa anterior e a necessidade de execução, conforme cronograma, da manutenção autônoma por parte da operação. O Quadro 8 representa o *score* desse pilar.

Quadro 8 – Avaliação pilar manutenção autônoma

Pilar da Metodologia TPM	Questão	Peso	Nota			Sub total
			Inexistente 0%	Abstrato 50%	Específico 100%	
Manutenção Autônoma (10 pontos) Representante do Setor Produtivo	Existe um grupo de funcionários que é responsável por um conjunto de atividades básicas para manter o equipamento em bom funcionamento?	2,5			x	5,0
	Existe um cronograma bem definido para a execução dos planos de manutenção autônoma?	2,5		x		
	Os roteiros de manutenção autônoma são executados de forma satisfatória e dentro dos intervalos predeterminados?	2,5	x			
	Os operadores possuem um conhecimento básico acerca do equipamento que utilizam para a execução de suas funções no dia a dia?	2,5		x		

Fonte: O autor (2021).

Através do Quadro 9, o pilar de manutenção planejada obteve uma nota insatisfatória, no que diz respeito à abordagem do modelo atual de gestão das técnicas de manutenção e necessita de atuação substancial para mudar tal cenário.

Quadro 9 – Avaliação pilar manutenção planejada

Pilar da Metodologia TPM	Questão	Peso	Nota			Sub total
			Inexistente 0%	Abstrato 50%	Específico 100%	
Manutenção Planejada (10 pontos) PCM e Analista de Manutenção da Área	Existem planos de manutenção preventivas para todos os equipamentos críticos do setor?	2		x		2,0
	Os planos de manutenção são executados dentro dos prazos preestabelecidos?	2	x			
	Os planos de manutenção são eficientes e específicos, de acordo com o histórico de ocorrências e manual técnico dos equipamentos?	2		x		
	A estratégia de manutenção adotada está em acordo com a missão da organização no contexto atual?	2	x			
	Os planos de manutenção existentes estão integrados ao software de gestão de manutenção utilizado (SAP)?	2	x			

Fonte: O autor (2021).

O Quadro 10 representa a avaliação do pilar de educação e treinamento. Como resultado da análise realizada, se observa a oportunidade de utilização de Matriz de Habilidade para gerenciamento da equipe técnica de manutenção e o fomento ao compartilhamento de conhecimento entre os profissionais.

Quadro 10 – Avaliação pilar educação e treinamento

Pilar da Metodologia TPM	Questão	Peso	Nota			Sub total
			Inexistente 0%	Abstrato 50%	Específico 100%	
Educação e Treinamento (10 pontos) Representante do Setor Produtivo Representante da Empresa Contratada	A organização adota algum modelo de Matriz de Habilidades para identificar o nível de conhecimento dos indivíduos que atuam na manutenção dos equipamentos?	2,5	x			6,3
	Os funcionários da organização possuem o hábito de replicar o conhecimento adquirido a colegas de trabalho, seja por meio de LPP's ou outras metodologias?	2,5		x		
	Existem planos de atualização da aprendizagem, no de diz respeito a aquisição de novas tecnologias ou equipamentos?	2,5			x	
	Os profissionais da equipe de manutenção possuem as habilidades necessárias para a execução de atividades nos equipamentos?	2,5			x	

Fonte: O autor (2021).

Através do Quadro 11, foi possível observar a oportunidade de criar compromissos periódicos para a avaliação de possibilidades de melhoria na abordagem e problemas de rotina.

Quadro 11 – Avaliação pilar melhoria específica

Pilar da Metodologia TPM	Questão	Peso	Nota			Sub total
			Inexistente 0%	Abstrato 50%	Específico 100%	
Melhoria Específica (10 pontos) PCM Analista de Manutenção	O histórico de manutenção dos equipamentos é confiável?	2,5		x		5,0
	A organização adota alguma ferramenta para análise e investigação de falhas que ocorrem nos equipamentos críticos?	2,5			x	
	Existe algum compromisso formal ou informal, com períodos determinados, para que a equipe de manutenção avalie possibilidades de melhorias nos equipamentos?	2,5	x			
	A equipe de manutenção dispõe de tempo suficiente para a execução de atividades que contribuam para a melhoria dos processos?	2,5		x		

Fonte: O autor (2021).

Os resultados extraídos da avaliação do pilar de controle inicial indicam a oportunidade de padronizar o fluxo de desenvolvimento de novos processos através do envolvimento do setor de manutenção desde o início do processo de avaliação de novos equipamentos ou processos. A pontuação do pilar está disposta no Quadro 12.

Quadro 12 – Avaliação pilar controle inicial

Pilar da Metodologia TPM	Questão	Peso	Nota			Sub total
			Inexistente 0%	Abstrato 50%	Específico 100%	
Controle Inicial (10 pontos) PCM Engenharia de Processos	A organização possui um fluxograma bem definido das etapas para a aquisição de novos equipamentos e é de conhecimento de todos?	4		x		5,0
	A manutenção possui um sistema de gerenciamento de novos projetos/equipamentos, bem definido e atuante na fase inicial destas aquisições?	3		x		
	Os outros setores da organização possuem o conhecimento da necessidade do envolvimento da manutenção na aquisição de novos equipamentos?	3		x		

Fonte: O autor (2021).

O Quadro 13 representa a avaliação do pilar de manutenção da qualidade. Como resultado da análise realizada, se observa a oportunidade de introduzir ao roteiro de atividades de manutenção, verificações sobre parâmetros do equipamento que influenciam de forma direta na qualidade da pintura realizada.

Quadro 13 – Avaliação pilar manutenção da qualidade

Pilar da Metodologia TPM	Questão	Peso	Nota			Sub total
			Inexistente 0%	Abstrato 50%	Específico 100%	
Manutenção da Qualidade (10 pontos) Representante do Setor Produtivo Engenharia de Processos Qualidade	Existe acompanhamento a qualidade performeda pelos equipamentos por parte da operação?	2,5			x	6,25
	Os índices de retrabalho são praticamente nulos, no que diz respeito a falhas ou defeitos em equipamentos utilizados nos processos produtivos?	2,5			x	
	Os planos preventivos englobam atividades de conferencias a parâmetros que garantem a qualidade no processo produtivo?	2,5	x			
	Os parâmetros ajustáveis do equipamento são identificados visualmente?	2,5		x		

Fonte: O autor (2021).

Através do Quadro 14 foi avaliado o pilar de TPM administrativo e os resultados, satisfatórios, indicam apenas a necessidade de complementar a biblioteca técnica com os manuais faltantes para alguns equipamentos.

Quadro 14 – Avaliação pilar TPM administrativo

Pilar da Metodologia TPM	Questão	Peso	Nota			Sub total
			Inexistente 0%	Abstrato 50%	Específico 100%	
TPM Administrativo (10 pontos) PCM Analista de Manutenção	A ferramenta dos 5S's é adotada e bem executada pelo setor administrativo?	3			x	8,0
	Existe modelos de controles visuais adotados pela organização para acompanhamento as ocorrências no processo produtivo?	3			x	
	Existem um local específico para arquivar manuais técnicos de equipamentos e este local é bem identificado e de fácil acesso?	4		x		

Fonte: O autor (2021).

Por fim, o Quadro 15 representa o score alcançado pelo pilar de segurança, saúde e meio ambiente. Neste quesito, observou-se apenas a possibilidade de melhorar indicações de segurança no local onde os equipamentos estão dispostos, principalmente no quesito identificação para quando os equipamentos estiverem indisponíveis para a produção, como por exemplo, paradas para manutenção.

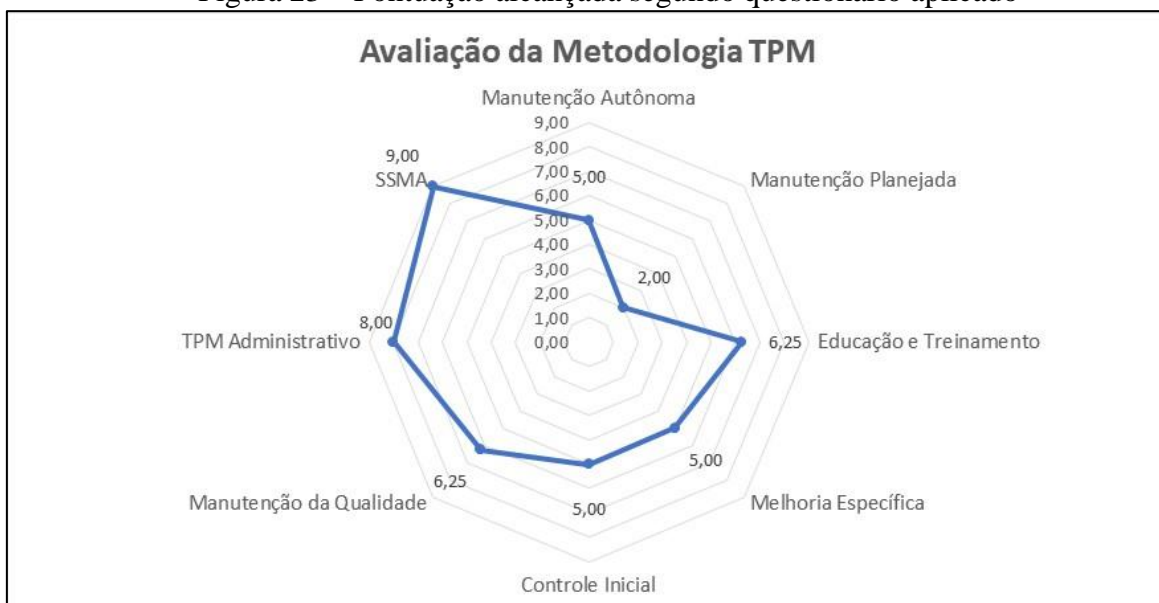
Quadro 15 – Avaliação pilar SSMA

Pilar da Metodologia TPM	Questão	Peso	Nota			Sub total
			Inexistente 0%	Abstrato 50%	Específico 100%	
SSMA (10 pontos) Técnico de Segurança do Trabalho Analista de Meio Ambiente Analista de Manutenção	Existe um controle sobre os equipamentos produtivos e o fato de os mesmos não representarem riscos imediato aos operadores e funcionários do setor?	2			x	9
	Os riscos ambientais estão sob controle, no que diz respeito ao funcionamento dos equipamentos envolvidos no processo produtivo?	2			x	
	Existe uma sistemática e proatividade por parte dos operadores a relatarem condições inseguras aos responsáveis pela manutenção dos equipamentos?	2			x	
	Existem indicações visuais sobre quais os tipos de equipamentos de segurança devem ser utilizados no ambiente onde os equipamentos estão inseridos?	2		x		
	É de conhecimento dos operadores, técnicos de manutenção e demais profissionais, a necessidade e quais os equipamentos de proteção devem utilizar no ambiente?	2			x	
					Total	46,5

Fonte: O autor (2021).

Os resultados com a aplicação do questionário estão representados através da Figura 23, com foco nos equipamentos piloto do projeto e os processos que os envolvem. A nota geral alcançada totalizou uma pontuação de 46,5 pontos, o que indica oportunidades de complementar alguns pilares proporcionando robustez a metodologia proposta, conforme observações já indicadas nos quadros anteriores.

Figura 23 – Pontuação alcançada segundo questionário aplicado



Fonte: O autor (2021).

4.3 DESENVOLVER OU REVISAR PLANOS DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Para a construção da tabela de atividades autônomas, foi levado em consideração os itens apontados na etapa 3.3.3 deste trabalho e a fundamentação teórica abordada na seção 2.1.4.1. Algumas das principais preocupações com a atribuição de atividades de manutenção autônoma à operação é a legislação trabalhista, no que se refere às especificações de atividades autorizadas a determinados cargos, a proibição da utilização de solvente por parte dos operadores, por conta de sinistros que ocorreram no passado, e a garantia de que as atividades autônomas serão executadas com performance, obedecendo os períodos determinados e sendo realizadas com qualidade.

Através do aprofundamento dos conceitos do pilar de manutenção autônoma, trabalhados na fundamentação teórica, e utilizando o layout adotado pela organização para o calendário de autônoma, foram desenvolvidos os planos de manutenção que relacionam as atividades básicas e que devem ser executados com a regularidade definida para garantir não só a execução do pilar em si, porque estas atividades se relacionam também com outros pilares, como o de segurança e meio ambiente, manutenção da qualidade e manutenção planejada, uma vez que o operador monitora pontos críticos do equipamento realizando pequenas intervenções e acionando os responsáveis quando o equipamento apresentar alguma anomalia.

Os Apêndices C, D e E representam os planos de manutenção autônoma desenvolvidos para a execução nas cabines de pintura 1, 2 e 3, respectivamente. Nota-se que as atividades não variam muito de um plano para outro, pois grande parte dos equipamentos de pintura presentes nesses ambientes são idênticos ou semelhantes entre si.

4.4 DESENVOLVER OU REVISAR PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Como forma de implementar a manutenção planejada, foi revisitada a seção 2.1.4.2, para rever os conceitos acerca das boas práticas na estruturação do pilar que foi trabalhado.

Para se desenvolver um plano de manutenção, pode ser utilizado diversas ferramentas e estratégias. No contexto dos equipamentos trabalhados, foi optado pela estratégia de preventivas baseadas no tempo. A etapa referente a seção 3.3.4 deste trabalho relaciona a necessidade de convergir as informações de manuais técnicos dos equipamentos, às rotinas dos operadores, profissionais de manutenção e histórico de falhas presente no sistema de gestão.

Foram criados, inicialmente, os roteiros de atividades preventivas conforme a necessidade de cada equipamento. Para isso, foi desenvolvido arquivos em formato de texto e

repassado aos analistas de PCM, contendo os documentos, roteiros de procedimentos a ser executado por modelo de equipamento identificado através da TAG (Etiqueta de Identificação Exclusiva para Equipamentos) para cada plano a ser cadastrado, conforme Figura 24.

Figura 24 – Roteiros de manutenção preventivas desenvolvidos

Nome	Data de modificação
MIC DIVERSOS - PISTOLAS DE ALTA PRO XP	14/05/2021 16:03
MIC DIVERSOS - PISTOLAS DE ALTA PRO XS4	14/05/2021 15:57
MIC DIVERSOS - PISTOLAS DE BAIXA PRO XP	14/05/2021 16:03
MIC DIVERSOS - PISTOLAS DE BAIXA PRO XS3	14/05/2021 16:02
MIC-6315-007 - SISTEMA DE COLETA SOLVENTE SUJO PU - PPS	14/05/2021 16:11
MIC-6315-008 - SISTEMA DE COLETA SOLVENTE SUJO EPOXI - PPS	14/05/2021 16:13
MIC-6401-964 E 929 - PISTOLAS XTR7	14/05/2021 16:19
MIC-6825-041 AO 068 - CAIXAS DE LIMPEZA PARA PISTOLAS E BICOS	14/05/2021 16:30
MIC-6830-134, 135 E 136 - BOMBA HIGH FLO	13/05/2021 20:38
MIC-6840-019, 20, 22, 24 E 25 - QUADROS DE COMANDO PNEUM	14/05/2021 16:35
MIC-6840-021, 23 E 26 - QUADROS DE COMANDO ELÉTRICO	13/05/2021 21:17
MIC-6940-003 - SISTEMA DE MISTURA XM70	14/05/2021 16:42
MIC-6940-004 - SISTEMA DE MISTURA XTREME (RESERVA)	13/05/2021 21:50
MIC-6940-005 - PROMIX MODELO II	13/05/2021 20:50
MIC-6940-006 - PROMIX MODELO II (RESERVA)	13/05/2021 21:43
MIC-6940-017 - PROMIX MODELO 2KE	12/05/2021 21:24
MIC-6940-018, 019 e 020 - PROMIX MODELO 2KS	12/05/2021 21:29

Fonte: O autor (2021).

Após a elaboração do texto descritivo sobre as atividades a serem realizadas pelos técnicos de manutenção, os arquivos foram encaminhados para cadastro no sistema de gestão da empresa, Figura 25, pelos analistas de PCM. Nele foram carregadas as informações do roteiro de tarefas, periodicidade, tempo estimado para execução, recursos aplicados, condições de execução e a referência do equipamento para cadastro do plano.

Constitui o roteiro de tarefas, todas as responsabilidades indicadas no manual do fabricante do equipamento analisado, cuja intervenção se faz necessária para tornar possível o ato de prever uma determinada falha durante a operação. Além das indicações do fabricante, foram adicionadas atividades complementares, que surgiram através do acompanhamento da rotina dos técnicos de manutenção e da rotina de operação dos equipamentos.

A periodicidade adotada para o cadastro dos planos levou em consideração a indicação dos manuais técnicos, cujos fabricantes sugerem um intervalo entre as intervenções de manutenção. Nessa etapa, para viabilizar o cadastro das preventivas, alguns períodos de recorrência foram diminuídos, tornando assim, o roteiro a ser executado mais detalhado e completo.

Para determinar os recursos aplicados, em um primeiro momento, foram considerados apenas a mão de obra envolvida. Ou seja, foram definidos o número de pessoas para executar o plano de manutenção e a quantidade, em horas, para concluir a intervenção.

Figura 25 – Exemplo de plano manutenção cadastrados

Modificar ordens PM: Lista ordens									
Ordem Operações									
GPM	Ordem	Tipo ordem	InícioBase	Texto breve	CenTrab...	A	Equipamento	Denominação do objeto técnico	Local de instalação
M15	22337694	MPRV	31.05.2021	MP CHECK LIST PPS	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337783	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337792	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6315-007	TER_26	A	MIC-6315-007	SISTEMA DE COLETA SOLVENTE SUJO PU	1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337934	MPRV	01.06.2021	PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6400-668	TER_26	C	MIC-6400-668	PISTOLA ELETROSTA PRO XP ALTA - PEA 03	1-IC-DIN-SPI-PPS-001
M15	22337935	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6400-670	TER_26	C	MIC-6400-670	PISTOLA ELETROSTA PRO XP ALTA - PEA 04	1-IC-DIN-SPI-PPS-001
M15	22337695	MPRV	08.06.2021	MP CHECK LIST PPS	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337784	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337794	MPRV	14.06.2021	PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6315-007	TER_26	A	MIC-6315-007	SISTEMA DE COLETA SOLVENTE SUJO PU	1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337971	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6400-606	TER_26	C	MIC-6400-606	PISTOLA ELETROSTA PRO XP ALTA - PEA 01	1-IC-DIN-SPI-PPS-001
M15	22337972	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6400-657	TER_26	C	MIC-6400-657	PISTOLA ELETROSTA PRO XP ALTA - PEA 02	1-IC-DIN-SPI-PPS-001
M15	22337696	MPRV	15.06.2021	MP CHECK LIST PPS	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337785	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337697	MPRV	22.06.2021	MP CHECK LIST PPS	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337786	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337797	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6315-008	TER_26	A	MIC-6315-008	SISTEMA DE COLETA SOLVENTE SUJO EPOXI	1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337796	MPRV	23.06.2021	PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6315-008	TER_26	A	MIC-6315-008	SISTEMA DE COLETA SOLVENTE SUJO EPOXI	1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337698	MPRV	29.06.2021	MP CHECK LIST PPS	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337787	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337699	MPRV	06.07.2021	MP CHECK LIST PPS	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337788	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337795	MPRV	12.07.2021	PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6315-007	TER_26	A	MIC-6315-007	SISTEMA DE COLETA SOLVENTE SUJO PU	1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337700	MPRV	13.07.2021	MP CHECK LIST PPS	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337789	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337793	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6315-007	TER_26	A	MIC-6315-007	SISTEMA DE COLETA SOLVENTE SUJO PU	1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337781	MPRV	20.07.2021	MP CHECK LIST PPS	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337790	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337798	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO MIC-6315-008	TER_26	A	MIC-6315-008	SISTEMA DE COLETA SOLVENTE SUJO EPOXI	1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337782	MPRV	27.07.2021	MP CHECK LIST PPS	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS
M15	22337791	MPRV		PLANO DE MANUTENÇÃO	TER_26	B			1-IC-DIN-SPI-PPS

Fonte: SAP - Randon (2021).

Após, foram apontados os fatores de condições para execução da atividade, como por exemplo, a necessidade de parada de um determinado equipamento para intervenção, ou não.

Por fim, foi esquematizado o quadro de 52 semanas para distribuir os planos de manutenção ao longo do ano, para avaliar o balanceamento das atividades com o objetivo de não sobrecarregar a mão de obra técnica, conforme Apêndice F.

4.5 TREINAR OPERADORES PARA AS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Para o desenvolvimento da etapa de treinamento e capacitação dos operadores, foi validado o roteiro da manutenção autônoma com a gestão do setor de pintura da organização com o intuito de angariar engajamento e comprometimento do setor produtivo com a metodologia proposta.

O evento foi conduzido de forma prática, *in loco* e focou nas atividades definidas na etapa 4.3. Para a realização do mesmo, o processo foi conduzido pelo acadêmico e ministrado

pela empresa parceira Flow Sistem, que é especialista em soluções industriais voltadas aos processos de pintura.

Os treinamentos foram realizados no período de duas horas por turma e cada turma foi formada pelos operadores que trabalham nas cabines do setor de pintura, com o acompanhamento dos manutentores do setor produtivo, conforme Figuras 26 e evidências dos Apêndice G, H e I.

Figura 26 – Registro do evento prático de capacitação para autônoma



Fonte: O autor (2021).

4.6 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

Após a entrega das etapas definidas neste trabalho, foi desenvolvida a presente seção para reflexão acerca do que foi desenvolvido ao longo do trabalho, apontando pontos positivos e oportunidades observadas durante este percurso.

4.6.1 Pontos Positivos

O desenvolvimento do trabalho proposto foi possível, por conta da estrutura dorsal que constitui o setor de manutenção da empresa Randon Implementos. Faz parte do dia a dia da organização e representa a forma de trabalho da gestão de manutenção da unidade, a metodologia do TPM, e os pilares que suportam o SMR, transformando a forma de atuação da empresa em modelo robusto e bem-visto internamente e como exemplo de *benchmarking*.

Constituem o setor, como apresentado na seção 3.2, cenário atual, uma estrutura analítica com a presença de analistas de manutenção, responsáveis pelo gerenciamento dos

recursos e desenvolvimento do PCM. Além disto, pela existência dos profissionais, engenheiros, responsáveis por iniciativas de desenvolvimento e mudança de paradigmas no setor e isso, alinhado à gestão, fortalecem o controle e desenvolvimento da forma de atuação do setor de manutenção.

Outro fator positivo avaliado está disposto com a circunstância da existência do conglomerado de empresas que constituem as empresas Randon e a oportunidade de desenvolver essa metodologia com visitas e avaliações entre as unidades, oportunizando a troca de experiências e aprendizados.

Por fim, vale ressaltar dois fatores específicos, um do setor produtivo e outro da estratégia de negócio adotada, que potencializaram este estudo de caso. Foram eles:

- a) experiência dos operadores no que compete aos cuidados e conhecimento para o desenvolvimento das atividades definidas na manutenção autônoma, principalmente por existir um modelo de calendário de manutenção autônoma que tem por objetivo informar e registrar a execução destas atividades;
- b) estratégia de terceirização da mão de obra técnica para a manutenção destes equipamentos de pintura, pois a Randon possui uma parceria de longa data com uma empresa que possui conhecimento e experiência neste nicho. E que, através do acordo entre o gestor do contrato e o representante da empresa terceira, formaram sinergia para o desenvolvimento de novos modelos de gestão dos recursos;

4.6.2 Oportunidades Observadas

Entende-se que, apesar da entrega deste ciclo de melhoria contínua dos processos de manutenção, existem possibilidades e oportunidades de evoluir as estratégias de manutenção para agregar ainda mais valor ao ambiente e reduzir desperdícios na forma de atuação deste departamento. São elas:

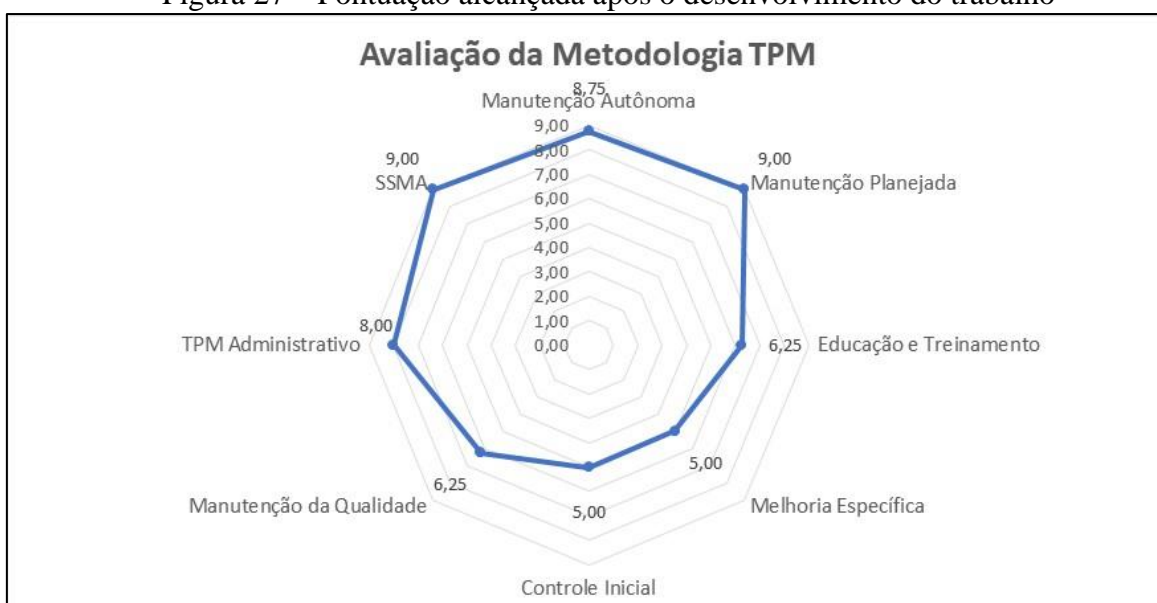
- a) padronização do processo de aquisição de novos recursos com maior envolvimento do setor de manutenção em investimentos, para fortalecer o pilar de controle inicial, pois o autor identificou a carência no envolvimento do setor de manutenção durante períodos de novas aquisições, instalação e posta em marcha, para equipamentos;

- b) buscar novas tecnologias para o gerenciamento e acompanhamento instantâneo de execução da manutenção autônoma, para melhorar a forma de acompanhamento da gestão na realização dessas atividades;
- c) oportunidade de utilização de quadros de gestão ou arquivos digitais contendo a Matriz de Habilidade para gerenciamento da equipe técnica de manutenção e o fomento ao compartilhamento de conhecimento entre os profissionais. O mesmo se aplica ao setor produtivo;
- d) após a definição dos planos de manutenção preventivas e peças de reposição que podem ser utilizadas durante essas atividades, observa-se a possibilidade de avaliação de itens de reposição que podem fazer parte do estoque de manutenção, e para tal, deve ser feito uma avaliação dos critérios para viabilizar o estoque, ou não, destes itens;

4.6.3 Considerações Finais Sobre os Resultados Obtidos

Após a validação das entregas apresentadas anteriormente, foi reaplicado o questionário para medir os resultados obtidos, conforme representa a Figura 27, tornando possível perceber uma melhora considerável no desenvolvimento dos pilares de manutenção autônoma e planejada.

Figura 27 – Pontuação alcançada após o desenvolvimento do trabalho



Fonte: O autor (2021).

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho de conclusão de curso abordou a metodologia do TPM e sua aplicação em ambiente produtivo, praticando uma convergência entre a abordagem teórica, presente em livros e trabalhos acadêmicos, à parte prática do ambiente de produção em um processo de pintura de uma indústria do polo metalmecânico da cidade de Caxias do Sul (RS).

Primeiramente foi realizado um levantamento dos equipamentos a serem cadastrados e com isso foi definido os equipamentos pilotos para a execução do projeto em questão, através da aplicação de um modelo de matriz de criticidade adotado pela organização, com o intuito de classificar o grau de priorização dos equipamentos para o processo analisado.

A segunda etapa do trabalho representa a aplicação de um questionário, adaptado pelo autor, para realizar uma avaliação da maturidade dos oito pilares do TPM voltado aos equipamentos envolvidos no projeto e os processos que suportam esses equipamentos de alguma forma. Essa etapa serviu para avaliar de forma quantitativa o nível de desdobramento da metodologia no ambiente onde o trabalho foi desenvolvido, não só para avaliação do processo de pintura, mas também pode servir, no futuro, para avaliar o nível de maturidade de outros setores da organização, uma prática que pode medir de forma periódica a maturidade da manutenção produtiva total nas empresas.

As etapas três e quatro contribuíram para o desenvolvimento das manutenções autônomas e planejada, respectivamente, pois através destas atividades foram criados, roteiros de manutenção autônoma periódica e 140 planos de manutenção preventivas com periodicidades mensal, trimestral, semestral e anual, de acordo com a estratégia adotada e condição de operação de cada recurso analisado. Isso tornou o processo mais proativo, contrário a abordagem de atuar após a falha, pois foi alinhado a estratégia de manutenção a criticidade dos equipamentos envolvidos.

A quinta etapa tratou do treinamento para desenvolvimento de manutenção autônoma, cuidados diários com os equipamentos e mudança cultural, algo que leva tempo, mas precisa ser lapidada diariamente. Além disso, foi revisitado o processo de solicitações de ordens de manutenção junto à operação para melhorar o nível de confiabilidade no histórico de ocorrências.

Por fim, se pode concluir que o trabalho foi executado de forma satisfatória e apresentou boas entregas em termos de procedimentos e histórico de manutenção, pois elevou o processo de manutenção dos equipamentos em questão a um novo estágio, através de uma rotina de melhoria contínua para os processos, foi revisitado a metodologia e desenvolvido

práticas para tornar os processos de gestão de manutenção dos recursos ainda mais robustos. Outro fator de destaque é a importância do envolvimento da alta direção na opção e acompanhamento do processo de maturação desta metodologia de trabalho.

Entende-se que este trabalho concluiu um ciclo no desenvolvimento da metodologia proposta ao processo de pintura, mas que novos ciclos podem e devem trazer abordagens voltadas, também, a outros pilares que não foram aprofundados nas etapas práticas desse trabalho, e que os resultados obtidos podem servir de parâmetro para a rodagem de novos ciclos de melhoria dos processos de manutenção produtiva.

REFERÊNCIAS

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/>>. Acesso em: 29 agosto 2020.

ANTUNES, Junico *et al.* **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade – apresentação. Rio de Janeiro, 1994.

FABRO, Elton. **Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processo**. 2003. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. 7. Reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FILHO, Gil Branco. **Indicadores e índices de manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

HANSEN, Robert. **Eficiência global dos equipamentos**: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção**: função estratégica. 4.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **Manutenção produtiva total**: estudo de caso em uma empresa automobilística. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Sócioprodutivos, Universidade de Taubaté) - Taubaté: UNITAU, 2004. Disponível em: http://www.ppga.com.br/mestrado/2003/moraes-paulo_henrique_de_almeida.pdf. Acesso em: 21 set. 2020.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

NASCIF, Júlio; DORIGO, Luiz Carlos. **Manutenção orientada para resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

NETO, Alexandre Shigunov; SCARPIM, João Augusto. **Terceirização em serviços de manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

OLIVEIRA, J. C. S.; SILVA, A. P. Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. Bauru, Ano 8, nº 3, jul-set/2013, p. 53-69

SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - SIMPEP, 13., 2006, Bauru. **TPM - Total Productive Maintenance - Resultados da Implementação**: um estudo de caso. Bauru: Simpep, 2006. 12 p. Disponível em: http://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/13.pdf. Acesso em: 12 set. 2020.

SPERANCETTA, Alessandro. **O impacto da implementação do TPM nos indicadores de manutenção**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **TPM/MPT: manutenção produtiva total**. 4. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Reimpressão. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

APÊNDICE A – MATRIZ DE DECISÃO PARA PONTUAÇÃO DE MÁQUINAS CRÍTICAS

(continua)

CLASSIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS POR ÁREA													
PINTURA										MANUTENÇÃO	PRIORIZAÇÃO PROPOSTA		
MANUTENÇÃO													
CARGA DA MÁQUINA													
SUBSTITUIÇÃO DA MÁQUINA POR OUTRA								SUBSTITUIÇÃO DA MÁQUINA POR OUTRA	CARGA DA MÁQUINA				
INFLUÊNCIA PARADA DA PRODUÇÃO													
QUALIDADE													
MEIO AMBIENTE						QUALIDADE	INFLUÊNCIA PARADA DA PRODUÇÃO	SUBSTITUIÇÃO DA MÁQUINA POR OUTRA	CARGA DA MÁQUINA				
SEGURANÇA				SEGURANÇA	MEIO AMBIENTE								
NÚMERO	DESCRIÇÃO	LOCAL DE INSTALAÇÃO	PRIO. ATUAL	SEGURANÇA	MEIO AMBIENTE	QUALIDADE	INFLUÊNCIA PARADA DA PRODUÇÃO	SUBSTITUIÇÃO DA MÁQUINA POR OUTRA	CARGA DA MÁQUINA			MANUTENÇÃO	PRIORIZAÇÃO PROPOSTA
MIC-6315-007	SISTEMA DE COLETA SOLVENTE SUJO PU	PPS - PINTURA DE PRODUTOS ESPECIAIS	NOVO	10	4	1	4	5	5			2	A
MIC-6940-006	PROMIX II- SIST. DE MISTURA - PM 06 (RESERVA)	PPS - PINTURA DE PRODUTOS ESPECIAIS	A	10	4	2	1	1	1	1	A		
MIC-6940-004	XTREME - SIST. DE PINTURA - XMT 02 (RESERVA)	PPS - PINTURA DE PRODUTOS ESPECIAIS	A	10	4	2	1	1	1	1	A		
1-IC-DIN-SPI-PPS-001	CABINE DE PINTURA 1 PPS	CABINE DE PINTURA 1 PPS	A	10	4	2	2	1	5	1	A		
MIC-6940-017	PROMIX 2 KE - SIST. DE MISTURA - PM 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS	A	10	4	2	2	1	5	1	A		
MIC-6825-041	CAIXA DE LIMPEZA P/ PISTOLA - CL 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS	NOVO	10	4	1	1	1	2	1	A		
1-IC-DIN-SPI-PPS-002	CABINE DE PINTURA 2 PPS	CABINE DE PINTURA 2 PPS	A	10	4	2	2	1	5	1	A		
MIC-6940-003	XM70 PROMIX SIST. DE MISTURA - XMT 01	CABINE DE PINTURA 2 PPS	A	10	4	2	1	1	2	1	A		
MIC-6410-049	AQUECEDOR DE FLUIDO VISCON - AF 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS	NOVO	2	2	2	1	5	5	1	B		
MIC-6840-021	QUADRO ELÉTRICO P/ AQUECEDORES - QE 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS	NOVO	2	2	2	1	5	5	1	B		

(conclusão)

MIC-6703-103	PLATAFORMA ELEVATÓRIA 1 (WALL-MAN)	CABINE DE PINTURA 1 PPS	C	4	2	1	2	2	5	2	B
MIC-6703-111	PLATAFORMA ELEVATÓRIA(WALL-MAN) (RESERV)	PPS - PINTURA DE PRODUTOS ESPECIAIS	C	4	2	1	1	1	1	1	C
MIC-6400-606	PISTOLA ELETROSTA PRO XP ALTA - PEA 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS	C	4	2	2	1	1	2	2	C
MIC-6950-036	VALVULA REGUL DE FLUÍDO - RFA 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS	C	2	2	2	1	1	2	1	C
MIC-6840-019	QUADRO DE COMANDO PNEUMATICO - QP 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS	NOVO	2	2	2	1	1	5	1	C
MIC-6830-134	BOMBA HIGH FLO - BHF 01	CABINE DE PINTURA 1 PPS	C	2	2	2	1	1	2	1	C
MIC-6401-964	PISTOLA AIR LESS XTR7 - XTR 01	CABINE DE PINTURA 2 PPS	C	4	2	2	1	1	2	2	C

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO PARA DIAGNÓSTICO DO NÍVEL DE MATURIDADE DO TPM

(continua)

Pilar da Metodologia TPM	Questão	P e s o	Nota			Subtotal
			Inexistente	Abstrato	Específico	
			0%	50%	100%	
Manutenção Autônoma (10 pontos)	Existe um grupo de funcionários que é responsável por um conjunto de atividades básicas para manter o equipamento em bom funcionamento?	2				
	Existe um cronograma bem definido para a execução dos planos de manutenção autônoma?	2				
	Os roteiros de manutenção autônoma são executados de forma satisfatória e dentro dos intervalos predeterminados?	3				
	Os operadores possuem um conhecimento básico acerca do equipamento que utilizam para a execução de suas funções no dia a dia?	3				
Manutenção Planejada (10 pontos)	Existem planos de manutenção preventivas para todos os equipamentos críticos do setor?	2				
	Os planos de manutenção são executados dentro dos prazos preestabelecidos?	2				
	Os planos de manutenção são eficientes e específicos, de acordo com o histórico de ocorrências e manual técnico dos equipamentos?	2				
	A estratégia de manutenção adotada está em acordo com a missão da organização no contexto atual?	2				
	Os planos de manutenção existentes estão integrados ao software de gestão de manutenção utilizado (SAP)?	2				
Educação e Treinamento (10 pontos)	A organização adota algum modelo de Matriz de Habilidades para identificar o nível de conhecimento dos indivíduos que atuam na manutenção dos equipamentos?	3				
	Os funcionários da organização possuem o hábito de replicar o conhecimento adquirido a colegas de trabalho, seja por meio de LPP's ou outras metodologias?	3				
	Existem planos de atualização da aprendizagem, no que diz respeito a aquisição de novas tecnologias ou equipamentos?	2				
	Os profissionais da equipe de manutenção possuem as habilidades necessárias para a execução de atividades nos equipamentos?	2				

(continua)

Melhoria Específica (10 pontos)	O histórico de manutenção dos equipamentos é confiável?	2				
	A organização adota alguma ferramenta para análise e investigação de falhas que ocorrem nos equipamentos críticos?	3				
	Existe algum compromisso formal ou informal, com períodos determinados, para que a equipe de manutenção avalie possibilidades de melhorias nos equipamentos?	3				
	A equipe de manutenção dispõe de tempo suficiente para a execução de atividades que contribuam para a melhoria dos processos?	2				
Controle Inicial (10 pontos)	A organização possui um fluxograma bem definido das etapas para a aquisição de novos equipamentos e é de conhecimento de todos?	4				
	A manutenção possui um sistema de gerenciamento de novos projetos/equipamentos, bem definido e atuante na fase inicial destas aquisições?	3				
	Os outros setores da organização têm o conhecimento da necessidade do envolvimento da manutenção na aquisição de novos equipamentos?	3				
Manutenção da Qualidade (10 pontos)	Existe acompanhamento da qualidade performada pelos equipamentos por parte da operação?	2				
	Os índices de retrabalho são baixos, no que diz respeito a falhas ou defeitos em equipamentos utilizados nos processos produtivos?	2				
	Os planos preventivos englobam atividades de conferências a parâmetros que garantem a qualidade no processo produtivo?	3				
	Os parâmetros ajustáveis do equipamento são identificados visualmente?	3				
TPM Administrativo (10 pontos)	A ferramenta dos 5S's é adotada e bem executada pelo setor administrativo?	3				
	Existe modelos de controles visuais adotados pela organização para acompanhamento das ocorrências no processo produtivo?	3				
	Existe um local específico para arquivar manuais técnicos de equipamentos e este local é bem identificado e de fácil acesso?	4				

(conclusão)

SSMA (10 pontos)	Existe um controle sobre os equipamentos produtivos e o fato de os mesmos não representarem riscos imediato aos operadores e funcionários do setor?	2				
	Os riscos ambientais estão sob controle, no que diz respeito ao funcionamento dos equipamentos envolvidos no processo produtivo?	2				
	Existe uma sistemática e proatividade por parte dos operadores a relatarem condições inseguras aos responsáveis pela manutenção dos equipamentos?	3				
	Existem indicações visuais sobre quais os tipos de equipamentos de segurança devem ser utilizados no ambiente onde os equipamentos estão inseridos?	1				
	É de conhecimento dos operadores, técnicos de manutenção e demais profissionais, a necessidade e quais os equipamentos de proteção devem ser utilizados no ambiente?	2				
					Total	

APÊNDICE C – CALENDÁRIO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DEFINIDO PARA OS EQUIPAMENTOS DA CABINE 1

PLANO MANUTENÇÃO AUTÔNOMA CABINE DE PINTURA 1 Período: 2021		Frequência	Tempo (min)	Turno	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	
					14/6	15/6	16/6	17/6	18/6	19/6	20/6	21/6	22/6	23/6	24/6	25/6	26/6	27/6	
1	Antes de iniciar o processo de pintura observar se o equipamento está em condições de operação;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
2	Verificar a condição dos consumíveis (bico, capa, eletrodo e porca da capa) e substituir conforme necessidade;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
3	Verificar pressão da rede nos quadros de controle de pulverização estão entre 80 a 100 psi;	TROCA DE TURNO	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
4	Conferir se o ProMix de primer realizou a lavagem completa do sistema, acionando o gatilho de todas as pistolas e observando se sai solvente;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
5	Conferir se o ProMix de acabamento realizou a lavagem completa do sistema, acionando o gatilho de todas as pistolas e observando se sai solvente;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
6	Verificar a existência de mangueiras furadas e vazamentos de tina no sistema;	DIÁRIO	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
Obs:	Caso houver alguma não conformidade (anomalia) na inspeção, abrir nota de manutenção (Disk Manu - 2385).																		

APÊNDICE D – CALENDÁRIO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DEFINIDO PARA OS EQUIPAMENTOS DA CABINE 2

PLANO MANUTENÇÃO AUTÔNOMA CABINE DE PINTURA 3 Período: 2021		Frequência	Tempo (min)	Turno	14/6	15/6	16/6	17/6	18/6	19/6	20/6	21/6	22/6	23/6	24/6	25/6	26/6	27/6	
					Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	
1	Antes de iniciar o processo de pintura observar se o equipamento está em condições de operação;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
2	Verificar a condição dos consumíveis (bico, capa, eletrodo e porca da capa) e substituir conforme necessidade;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
3	Verificar pressão da rede nos quadros de controle de pulverização estão entre 80 a 100 psi;	TROCA DE TURNO	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
4	Conferir se o XM 70 do Epóxi realizou a lavagem completa do sistema, acionando o gatilho de todas as pistolas e observando se sai solvente;	TROCA DE TURNO	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
5	Conferir se o ProMix de acabamento realizou a lavagem completa do sistema, acionando o gatilho de todas as pistolas e observando se sai solvente;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
6	Verificar a existência de mangueiras furadas e vazamentos de tina no sistema;	DIÁRIO	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
Obs:	Caso houver alguma não conformidade (anomalia) na inspeção, abrir nota de manutenção (Disk Manu - 2385).																		

APÊNDICE E – CALENDÁRIO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DEFINIDO PARA OS EQUIPAMENTOS DA CABINE 3

PLANO MANUTENÇÃO AUTÔNOMA CABINE DE PINTURA 3 Período: 2021		Frequência	Tempo (min)	Turno	14/6	15/6	16/6	17/6	18/6	19/6	20/6	21/6	22/6	23/6	24/6	25/6	26/6	27/6	
					Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	
1	Antes de iniciar o processo de pintura observar se o equipamento está em condições de operação;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
2	Verificar a condição dos consumíveis (bico, capa, eletrodo e porca da capa) e substituir conforme necessidade;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
3	Verificar pressão da rede nos quadros de controle de pulverização estão entre 80 a 100 psi;	TROCA DE TURNO	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
4	Conferir se o ProMix de primer realizou a lavagem completa do sistema, acionando o gatilho de todas as pistolas e observando se sai solvente;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
5	Conferir se o ProMix de acabamento realizou a lavagem completa do sistema, acionando o gatilho de todas as pistolas e observando se sai solvente;	TROCA DE TURNO	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
6	Verificar a existência de mangueiras furadas e vazamentos de tina no sistema;	DIÁRIO	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				2
				3
Obs:	Caso houver alguma não conformidade (anomalia) na inspeção, abrir nota de manutenção (Disk Manu - 2385).																		

APÊNDICE F – CALENDÁRIO PARCIAL DE MANUTENÇÃO PLANEJADA 52 SEMANAS

PLANO DE 52 SEMANAS DE MANUTENÇÃO PLANEJADA																	
TAG DO EQUIP.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	CRIT.	EQ. PARADO?	PERIOD.	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
VARIOS	CHECKLIST PPS	N/A	SIM	1	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
VARIOS	PLANO DE LUBRIFICAÇÃO PPS	N/A	NÃO	1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
MIC-6400-606	PREVENTIVA PISTOLA	C	NÃO	12		5											
MIC-6400-606	PREVENTIVA PISTOLA	C	NÃO	24													
MIC-6315-007	PREVENTIVA TUBULAÇÃO	A	SIM	6						5						5	
MIC-6315-007	PREVENTIVA TANQUE	A	SIM	4		3				3				3			
MIC-6315-008	PREVENTIVA TUBULAÇÃO	A	SIM	6			2						2				
MIC-6315-008	PREVENTIVA TANQUE	A	SIM	4			3				3				3		
MIC-6401-964	PREVENTIVA PISTOLA	C	NÃO	12									4				
MIC-6401-964	PREVENTIVA PISTOLA	C	NÃO	24									1				
MIC-6825-041	PREVENTIVA CAIXA DE LIMP.	A	SIM	4			3				3				3		
MIC-6825-041	PREVENTIVA CAIXA DE LIMP.	A	SIM	12			1										
MIC-6830-134	PREVENTIVA BOMBA	C	NÃO	12													
MIC-6830-134	PREVENTIVA BOMBA	C	SIM	24													
MIC-6840-019	PREVENTIVA QUADRO PNEUM.	C	NÃO	12											3		
MIC-6840-021	PREVENTIVA QUADRO ELÉ.	B	NÃO	12			1,5										
MIC-6940-003	PREVENTIVA XM70	A	SIM	4			6				6				6		
MIC-6940-003	PREVENTIVA XM70	A	SIM	24			12										
MIC-6940-004	PREVENTIVA XTREME	A	SIM	24													
MIC-6940-005	PREVENTIVA PROMIX	A	SIM	4				5				5				5	
MIC-6940-005	PREVENTIVA PROMIX	A	SIM	24				3									
MIC-6940-005	PREVENTIVA PROMIX	A	SIM	52													
Planejamento Semanal				DISPONÍVEL	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
				UTILIZADO	54	52	67	49	54	60	50	70	51	66	56	66	57
				TAXA DE UTIL. %	64%	58%	79%	58%	64%	62%	60%	83%	61%	75%	52%	73%	68%
Planejamento Mensal				DISPONÍVEL	336			420			336						
				UTILIZADO	221			285			245						
				TAXA DE UTIL. %	65,77%			67,74%			72,92%						

