UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

JOÃO VÍCTOR DE SOUZA MARTINS

APLICAÇÃO DO PILAR DE MANUTENÇÃO PROFISSIONAL DO WCM EM ESTUFAS DE UMA INDÚSTRIA DO SEGMENTO DE ACUMULADORES DE ENERGIA

Recife
2022

JOÃO VÍCTOR DE SOUZA MARTINS

APLICAÇÃO DO PILAR DE MANUTENÇÃO PROFISSIONAL DO WCM EM ESTUFAS DE UMA INDÚSTRIA DO SEGMENTO DE ACUMULADORES DE ENERGIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador (a): Prof. Dr. Antônio Marques da Costa Soares Júnior

Recife

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Martins, João Víctor de Souza.

Aplicação do pilar de manutenção profissional do WCM em estufas de uma indústria do segmento de acumuladores de energia / João Víctor de Souza Martins. - Recife, 2022.

56 : il., tab.

Orientador(a): Antônio Marques da Costa Soares Júnior

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Mecânica - Bacharelado, 2022.

Inclui referências, anexos.

1. WCM. 2. Manufatura de Classe Mundial. 3. Pilar de Manutenção Profissional. 4. PM. I. Soares Júnior, Antônio Marques da Costa. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

JOÃO VÍCTOR DE SOUZA MARTINS

APLICAÇÃO DO PILAR DE MANUTENÇÃO PROFISSIONAL DO WCM EM ESTUFAS DE UMA INDÚSTRIA DO SEGMENTO DE ACUMULADORES DE ENERGIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovado em: 19/05/2022.

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof. Antônio Marques da Costa Soares Júnior (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

_____
Prof. Justo Emílio Alvarez Jácobo (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

_____
Prof. João Paulo Cerquinho Cajueiro (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois Dele vem tudo que sei, tenho e sou.

A minha amada família pelo apoio e incentivo que me deram durante toda a graduação e na realização deste trabalho final. Em especial aos meus pais, João Martins da Silva e Jane Lúcia de Souza Martins que sempre acreditaram em mim e não mediram esforços para que eu chegasse até aqui, sempre me apoiando e encorajando. Sou extremamente grato por tê-los em minha vida e continuarei os usando como inspiração para tudo o que faço.

Aos meus amigos de curso, que dividiram comigo muitas horas de estudo e deram motivação nos momentos difíceis, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso. Em especial ao professor Antônio Soares, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Aos colegas de trabalho que se dispuseram a compartilhar conhecimento e experiência, fatores indispensáveis para a realização deste trabalho.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma torceram por mim e me ajudaram a concluir esse ciclo de Graduação, abrindo portas para próximos passos da minha vida acadêmica e profissional.

RESUMO

Em um ambiente industrial competitivo onde as empresas precisam estar em constante evolução, uma das formas mais utilizadas em conseguir tal objetivo é por meio do foco nos zero desperdícios, zero defeitos, zero paradas e zero estoque. Para isto, as indústrias vêm comumente promovendo programas de melhoria contínua tendo por base a metodologia *World Class Manufacturing* (WCM), cuja estrutura é formada por pilares técnicos e gerenciais. Entre os pilares técnicos, está o pilar de manutenção profissional (PM), que traz bons resultados com baixo investimento por meio do trabalho do grupo e dos 7 passos de PM.

Este trabalho apresenta a análise da aplicação dos 3 primeiros passos do pilar de manutenção profissional por meio de um estudo de caso que diz respeito à oficina de uma indústria de grande porte, do segmento de acumulação de energia, demostrando como esse método pode ser bastante eficaz e proveitoso, quando aplicado da forma correta e com as ferramentas e o suporte necessários.

O objetivo principal do trabalho foi obter a estabilização do indicador de tempo médio entre falhas (MTBF) nas estufas do setor de placas. Após a aplicação dos 3 passos, este indicador aumentou em cerca de 39% (de 394 horas para 547 horas). Outro indicador relevante que passou por uma diminuição de 60% foi o tempo médio de reparo (MTTR) de 2,67 horas para 1,08 horas, demandando um menor tempo para atuação em intervenções de manutenção.

Além de um impacto positivo nos indicadores-chave, o setor de manutenção alcançou uma economia mensal de R$ 18.407 por meio da implementação de 36 projetos de melhoria ao longo da aplicação dos pilares. Se unido ao pilar PM do WCM, o setor de manutenção consegue trabalhar com um alto padrão de entregas tanto na qualidade quanto na eficiência.

Palavras-chave: WCM. Manufatura de Classe Mundial. Pilar de Manutenção Profissional. PM.

ABSTRACT

In a competitive industrial environment where companies need to be constantly evolving, one of the most used ways to achieve this goal is by focusing on zero waste, zero defects, zero downtime and zero inventory. To this end, the industries have commonly been promoting continuous improvement programs based on the World Class Manufacturing (WCM) methodology, whose structure is formed by technical and managerial pillars. Among the technical pillars, there is the professional maintenance pillar (PM), which brings good results with low investment through the work of the group and the 7 steps of PM. Despite its great potential for success, this methodology can become ineffective when not applied in the best and most appropriate way, a fact that is due attention, since it is only possible to proceed to the next step when all the activities of the current step are carried out.

This thesis presents the analysis of the application of the first 3 steps of the of the professional maintenance pillar through a case study that concerns the workshop of a large industry, in the energy accumulation segment, demonstrating with this method it can be quite effective and profitable when applied correctly and with the necessary tools and support.

The main objective of the thesis was to obtain the stabilization of the mean time between failures (MTBF) indicator in the slab sector ovens. After applying the 3 steps, this indicator increased by about 39% (from 394 hours to 547 hours). Another relevant indicator that underwent a 60% decrease was the mean time to repair (MTTR) from 2.67 hours to 1.08 hours, requiring less time to perform maintenance interventions.

In addition to a positive impact on key performance indicators, the maintenance sector achieved monthly savings of R$18,407 through the implementation of 36 improvement projects along the application of the pillars. Combined with the WCM's PM pillar, the maintenance sector is able to work with a high standard of deliveries both in terms of quality and efficiency.

Keywords: WCM. World Class Manufacturing. Professional Maintenance Pillar. PM.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Visão aérea das instalações da empresa 13
Figura 2 – Conceito do Programa WCM do Professor Dr. Hajime Yamashina 19
Figura 3 – Dez pilares Técnicos WCM 20
Figura 4 – Tipologia de manutenção 21
Figura 5 – Manutenção da avaria 22
Figura 6 – O percurso da implementação 23
Figura 7 – MTBF e MTTR de acordo com disponibilidade do equipamento 32
Figura 8 – Exemplo de *Route map* 35
Figura 9 – Organograma de setor de manutenção 35
Figura 10 – Pareto de falha/quebra 36
Figura 11 – Monitoramento inicial do KPI (MTBF) 37
Figura 12 – Monitoramento inicial do KPI (MTTR) 37
Figura 13 – Controle de etiquetas 39
Figura 14 – Restauração de rolamento 39
Figura 15 – Substituição de eixo desgastado 40
Figura 16 – Decomposição de componentes de equipamento 40
Figura 17 – Exemplo de SMP (*Standart Maintenance Procedure*) 43
Figura 18 – Exemplo de gráfico de kaizens 44
Figura 19 – MTBF estufas 45
Figura 20 – MTTR estufas 45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custo Anual da Manutenção com base no PIB 17
Tabela 2 – Modelo matemático para MTBF e MTTR 28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

WCM	*World Class Manufacturing*
STP	Sistema Toyota de Produção
PIB	Produto Interno Bruto
MTBF	*Mean Time Between Failures* (Tempo Médio Entre Falhas)
PM	*Professional Maintenance*
CD	*Cost Deployment*
JIT	*Just in Time*
TQM	*Total Quality Management*
TPM	*Total Productive Maintenance*
TIE	*Total Industrial Engineering*
MTTR	*Mean Time to Repair*
EWO	*Emergency Work Order*
KPI	*Key Performance Indicators*
AM	*Autonomous Maintenance*
TBF	*Time Between Failures*
CILR	*Cleaning Inspecting Lubricating Refastening*
TTR	*Time to Repair*
SMP	*Standard Maintenance Procedure*
LPP	Lição Ponto a Ponto
F/Q	Falha/Quebra

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
1.1 OBJETIVOS 12
1.1.1 OBJETIVO GERAL 12
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12
1.2 JUSTIFICATIVA 12
1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO 13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO 15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 16
2.1 MANUTENÇÃO 16
2.2 *WORLD CLASS MANUFACTURING* (WCM) 17
2.3 OS PILARES DO WCM 19
2.4 MANUTENÇÃO PROFISSIONAL (PM) 21
2.4.1 ABORDAGEM E TIPOS DE MANUTENÇÃO 21
2.4.2 OBJETIVOS 22
2.4.3 O PERCURSO DA IMPLEMENTAÇÃO 23
2.5 FERRAMENTAS 24
2.5.1 CLASSIFICAÇÃO DE CRITICIDADE DE EQUIPAMENTOS 24
2.5.2 5S 25
2.5.3 *MACHINE LEDGER* 25
2.5.4 CLASSIFICAÇÃO DE COMPONENTES 25
2.5.5 EWO 26
2.5.6 KAIZEN 26
2.5.7 SMP 26
2.6 INDICADORES 27
2.6.1 KPI 27
2.6.2 MTBF (HORAS – MÁQUINA) 27
2.6.3 MTTR (HORAS) 27
2.6.4 CUSTOS DE MANUTENÇÃO 28
3 METODOLOGIA 29
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA 29
3.2 ATIVIDADES GERENCIAIS 30
3.3 PASSOS DO PILAR PM 31

3.3.1 PASSO 0 31
3.3.2 PASSO 1 32
3.3.3 PASSO 2 32
3.3.4 PASSO 3 33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO **34**
4.1 APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES GERENCIAIS 34
4.2 PASSO 0: ATIVIDADES PRELIMINARES DE PREPARAÇÃO 36
4.3 PASSO 1: ELIMINAÇÃO E PREVENÇÃO DO DESGASTE ACELERADO 38
4.4 PASSO 2: ANÁLISE DAS FALHAS 41
4.5 PASSO 3: DEFINIÇÃO DOS PADRÕES DE MANUTENÇÃO PERIÓDICA 42
5 MÉTRICAS IMPACTADAS **44**
6 CONCLUSÃO **47**
7 SUGESTÕES DE FUTUROS TRABALHOS **48**
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **49**
ANEXO A – *MASTER PLAN* DO *STEP* 0 **52**
ANEXO B – DOCUMENTO DA GESTÃO DE LUBRIFICANTES **53**
ANEXO C – *MACHINE LEDGER* **54**

1 INTRODUÇÃO

Em um contexto econômico fortemente marcado pela competitividade, as empresas sentem cada vez mais a necessidade de se reinventar e se tornar referência no seu respectivo segmento. Cresce uma busca por modelos consolidados de gestão administrativa da produção e de gerenciamento de processos por meio da melhoria contínua, o que tem sido o impulsionador para o surgimento de muitas alternativas que buscam o aumento da eficiência de produção alinhada com redução de custos e desperdícios.

Dentre o variado leque de ferramentas, técnicas e sistemas de gestão existentes na atualidade, o WCM (*World Class Manufacturing*) cresce como um sistema totalmente eficaz na eliminação de perdas, conquistando um espaço cada vez maior entre as organizações que pretendem obter um nível de excelência em seus processos.

Uma indústria localizada no interior de Pernambuco, que atua no segmento de acumuladores de energia e negócios de baterias, e que aplica a metodologia WCM, identificou pelos resultados do Pilar de Desdobramento de Custos (CD) a importância do setor de placas para o sucesso final da empresa, o qual, por sua vez, vinha apresentando um problema quanto à estabilização do tempo médio entre as falhas dos equipamentos com criticidade mais alta.

Para a solução do problema, foi considerada uma hipótese, dentro da própria metodologia WCM: a aplicação do Pilar de Manutenção Profissional (PM), que compõe os 10 pilares técnicos da abordagem. Esse pilar vem, gradativamente, sendo utilizado pelas indústrias automotivas, com foco voltado para reduzir os danos e as micro paradas das máquinas e equipamentos, visando obtenção de economia por meio do aumento do ciclo de vida das máquinas e utilização de práticas de manutenção.

Os benefícios da manutenção, segundo *Slack*, *Chambers* e *Johnson* (2002, p.644), são: segurança melhorada, confiabilidade aumentada, ou seja, menos tempo perdido com interrupções da produção; qualidade; custos de operação mais baixos; tempo de vida mais longo; e valor final mais alto.

Nesse sentido, foi realizada a implementação do pilar de manutenção profissional (PM) do passo 1 até o passo 3 na oficina de placas, localizada no setor de placas, com foco em uma estufa que foi considerada uma máquina de alta

criticidade, especificamente pela baixa disponibilidade do equipamento no mercado e altos custos com lubrificação.

Ainda que a metodologia WCM tenha sido implantada em indústrias automotivas multinacionais, cada vez mais ela vem se expandindo para as indústrias automotivas nacionais como também para outros modelos de indústrias nacionais e regionais. Ela se tornou peça chave para aumentar os resultados e para possibilitar uma competição mais forte e justa com empresas de maior porte, principalmente quando estão localizadas em regiões menos industrializadas do país como o Norte e Nordeste, onde se tem menos investimentos e poder aquisitivo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Obter a estabilização do tempo médio entre as falhas (MTBF – *Mean Time Between Failures*) nos equipamentos (estufas) do setor de placas de uma indústria do segmento de acumuladores de energia (baterias) por meio da implementação dos três primeiros passos do pilar de manutenção profissional (PM) do WCM.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar os equipamentos e os definir por sua criticidade;
- Implementar passo 1 do pilar PM (manutenção profissional) do WCM: eliminar e prevenir a degradação acelerada;
- Implementar passo 2 do pilar PM do WCM: realizar análises de falhas;
- Implementar passo 3 do pilar PM do WCM: definir os padrões de manutenção preventiva no equipamento crítico;
- Comparar a teoria *versus* prática quanto aos custos de manutenção e possibilidade de zerar o número de quebras nos equipamentos críticos;

1.2 JUSTIFICATIVA

A escolha do presente tema de pesquisa, deve-se ao posicionamento da empresa em estudo que adotou o WCM desde 2012 como a metodologia oficial de toda a companhia. De acordo com *Yamashina* (2000), o gerenciamento integrado por pilares proporciona maior eficiência no processo por meio de redução de perdas,

melhoria na qualidade e traz a redução de custos como principal impulsionador do programa. Como a empresa já utilizava a metodologia WCM e possuía uma cultura desenvolvida em torno da abordagem, foi decidido solucionar o problema proposto também utilizando a mesma metodologia.

1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO

Como objeto de estudo foi utilizado uma indústria do segmento de acumulação de energia, situada no interior do estado de Pernambuco. A empresa é uma multinacional de origem brasileira com mais de sessenta anos de atuação no mercado automotivo, com foco no desenvolvimento, produção e inovação de acumuladores elétricos de chumbo-ácido. A empresa possui mais de 4000 funcionários, com mais de 80 distribuidores na América do Sul, produz mais de 7,5 milhões de baterias/ano e suas principais unidades estão localizadas em Belo Jardim – PE, sendo 5 unidades fabris e o 1 Centro de Distribuição. A unidade 01 (unidade matriz) é dividida em setor de placas, montagem, formação e acabamento das baterias, e é a unidade responsável pela produção de placas de toda a rede.

Figura 1 – Vista aérea das instalações da empresa

Fonte: Material fornecido pela empresa

O local de estudo deste trabalho foi a maior das unidades (unidade 01) dessa indústria e a única que produz placas para baterias automotivas vendidas pela companhia. Por consequência, esta unidade é a que possui o maior número de funcionários e o maior custo de transformação, sendo assim, o custo da oficina do setor de placas é bem maior quando comparado com as outras oficinas.

A amostra foi a oficina e os equipamentos do setor de placas, onde foram estudadas todas as atividades realizadas. Com isso, foi utilizada a classificação dos equipamentos, para direcionar e delimitar o trabalho dentro da área fabril da empresa com o foco em custos.

O tamanho e dinamismo da empresa em questão requer não só uma alta produtividade, mas também uma alta disponibilidade dos equipamentos. No caso dos equipamentos escolhidos (estufas), representam um gargalo produtivo no setor de placas, onde o fluxo de placas produzidas deve ser absorvido pelo processo de cura e secagem, que é o último processo de confecção de placas no setor.

Uma das oportunidades de melhoria consideradas mais crônicas e impactantes na oficina é a necessidade de aumento do tempo médio entre falhas (MTBF), que indica a diminuição da indisponibilidade dos equipamentos e consequentemente reduz os custos da manutenção do setor de placas.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é composto por 7 capítulos, assim estruturados:

O capítulo 1 – Introdução – descreve sobre a proposta do estudo, a justificativa de escolha do tema e a formulação do problema de pesquisa, complementando com o objetivo geral, objetivos específicos e contextualização do trabalho.

O capítulo 2 – Fundamentação teórica – Apresenta uma base de relevância considerada para compreensão desse estudo, trazendo conceitos e ponderações sobre a metodologia de gestão *World Class Manufacturing* (WCM), sendo enfatizado na implantação do Pilar de Manutenção Profissional (PM).

O capítulo 3 – Metodologia – é composto pelo roteiro metodológico, que apresentará todos os procedimentos utilizados para clarificação do problema e detalhamento de cada passo da implementação do pilar PM da metodologia WCM na empresa.

O capítulo 4 – Resultados e Discussão – será apresentado o estudo e os dados abordados durante a pesquisa na referida empresa de acordo com os passos explicados no capítulo anterior.

Nos capítulos 5, 6 e 7 serão apresentadas as principais métricas impactadas com a aplicação do estudo, análise dos dados apresentados no capítulo anterior e por fim abordada-rá as considerações finais deste trabalho, bem como proposta para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para que o presente trabalho atinja seus objetivos, é necessário que se faça uma contextualização acerca da literatura existente cujo proposito será o de dar consistência técnico-científica a este trabalho.

Um conjunto de 19 publicações relevantes da literatura sobre *World-Class Manufacturing* (WCM) foram analisados por Silva et al. (2020) e 74% destes foram publicados após 2012, mostrando o quão recente é a discussão sobre o assunto. Em outros trabalhos, é possível observar grande evolução positiva com a aplicação da metodologia proposta (ABCM, 2021) após o cumprimento dos 6 primeiros passos do pilar de manutenção profissional (PM) do WCM. A literatura é crescente sobre o tema e abrange a implementação de pilares técnicos e gerenciais (COSTA, 2020, p. 7-8).

2.1 MANUTENÇÃO

A manutenção tem se mostrado cada vez mais fundamental como questão de estratégia da organização. Sua função é garantir a disponibilidade dos equipamentos e instalações. Segundo *Monchy* (1987, p. 5) a produção é um objetivo evidente da empresa, e a manutenção é a “ajuda para a produção”.

Nesse cenário, a manutenção deve ser competitiva porque as organizações também precisam ser para sobreviver. De acordo com Pereira (2010, p. 31), a manutenção deve atuar de forma integrada com as demais áreas, dessa forma, a organização mantém os seus processos em sintonia e se torna competitiva.

As atividades de manutenção têm objetivo de evitar a degradação dos equipamentos instalados, que o mal-uso e desgaste natural causam. As degradações podem se manifestar como perdas de desempenho, paradas da produção, fabricação de produtos de má qualidade, poluição ambiental, entre outros. Essas manifestações tem uma grande influência negativa na qualidade e produtividade, e acabam colocando em risco a sobrevivência da empresa. Isso mostra que o gerenciamento da manutenção é importante para a melhoria da produtividade, gerando ganhos potenciais (XENOS, 1998).

Para *Xenos* (1998, p. 21), o objetivo da manutenção não é somente o de manter ou restaurar as condições físicas do equipamento, mas também de manter suas capacidades funcionais. Na verdade, a manutenção da condição física do

equipamento tem finalidade a manutenção da sua capacidade funcional, além da qualidade do produto, da integridade do meio ambiente e da segurança.

Tabela 1 - Custo Anual da Manutenção com base no PIB

ANO	CUSTO TOTAL DA MANUTENÇÃO / FATURAMENTO BRUTO
2013	4.69%
2011	3.95%
2009	4.14%
2007	0.04%
2005	4.10%
2003	4.27%
2001	4.47%
1999	3.56%
1997	4.39%
1995	4.26%

Fonte: Adaptado de ABRAMAN (2013)

Dados da Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN) do ano 2013, mostram que o investimento anual das indústrias com manutenção correspondeu a 4,69% do PIB brasileiro, como pode-se ver na tabela 1. Com isso, cada vez mais se faz necessário olhar para o setor de manutenção como um fator crítico e que exige uma maior atenção por parte da gestão.

2.2 *WORLD CLASS MANUFACTURING* (WCM)

O termo *World Class Manufacturing* foi apresentado por *Shonberger* (1986) nos anos como equivalente a melhoria rápida e continua. *Schonberger* (1986) considera 3 grandes conceitos importantes do WCM, sendo eles: *Just in Time* (JIT) com foco para alcançar a quantidade ideal, na hora de local ideal, *Total Quality Management* (TQM) que tem como objetivo o fazer certo pela primeira vez, *Total Productive Maintenance* (TPM) que busca a manutenção preventiva dos equipamentos para evitar quebras e pequenas paradas. Além desses conceitos, a metodologia trata das pessoas, tanto da liderança quanto da operação. O WCM tem como objetivo simplificar as operações.

A disseminação do conceito WCM se deve ao professor da Universidade de Kyoto, *Haijime Yamashina*. A diferença é que ele propõe o pilar de desdobramento de custo como método de priorização das perdas para o desenvolvimento de projetos de melhoria que atacarão as mesmas.

Assim, como desde o princípio já proposto por *Schonberger* (1986) e completado por *Yamashina* (2000), WCM tem como objetivo zero desperdícios, zero defeitos, zero paradas e zero estoque, o que conecta sua evolução com os princípios de *Total Industrial Engineering* (TIE), TQM, TPM e JIT.

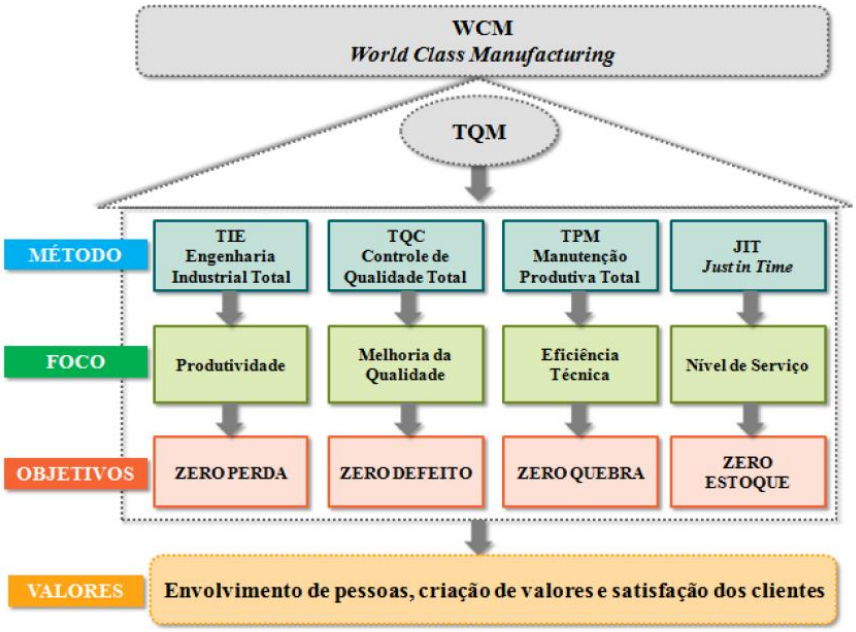
- **TIE:** é uma abordagem integrada dos problemas da produção. Busca a melhoria contínua dos processos e a eliminação de todas as formas de desperdício por meio do envolvimento de um grande número de pessoas. Os aspectos essenciais são a redução do tempo de troca de produção e o uso de sistema à prova de erros para aumentar a confiabilidade dos equipamentos.
- **TQM:** fornece um conceito relacionado a melhoria contínua, pois sua filosofia contém uma sistemática integrada e consistente na perspectiva de toda organização, que envolve a participação das pessoas em equipes multifuncionais, tendo como prioridade o atendimento aos requisitos do cliente, compromisso da gestão, o treinamento e educação dos colaboradores que é uma necessidade para os processos de melhoria.
- **JIT:** tem o objetivo a redução de custos e desperdícios dentro de uma organização por meio da melhoria contínua. Com a metodologia, os problemas na linha de produção são reduzidos de forma significativa, evitando superprodução, diminuindo tempo de fabricação e espera, produtos não conformes e gastos com transporte.
- **TPM:** é o que garante a excelência na prática de manutenção devido a diversidade de demanda, pois os equipamentos precisam estar disponíveis para produzir sempre que necessário dentro dos padrões de qualidade definidos.

Nos dias de hoje, TPM é algumas vezes referência para *Total Productive Management*, ou seja, quando bem implementado, ele é muito mais do que simplesmente o foco na manutenção. Ele é visto como um sistema completo de

gerenciamento da produção, por isso algumas empresas referem-se ao WCM como uma evolução do TPM, quando na verdade, TPM faz parte da metodologia WCM.

É necessário ressaltar que, segundo *Yamashina* (2014) existe um inconveniente sobre TPM, TQC, JIT e atividades TIE que é a falta de relação direta entre uma atividade e seus benefícios de redução de custos. Ou seja, nenhum sistema pode ser considerado satisfatório sem ter a capacidade de avaliar os custos. Portanto, o principal conceito que o Prof. Dr. *Yamashina* propõe com a implementação do novo modelo WCM é o conceito do pilar de Desdobramento de Custos que justifica, por meio de uma matriz de perda por custo, a aplicabilidade da ferramenta para tratar determinada perda, ou seja, é a justificativa financeira para a aplicação de WCM.

Figura 2 - Conceito do Programa WCM do Professor Dr. *Hajime Yamashina*



Fonte: Adaptado de Felice, Petrillo e Monfreda (2013)

"O sistema é muito simples, precisamos identificar qual é o problema, identificar qual é a sua perda, o método que será adotado e depois controlar os resultados. Esta é a base do WCM" (YAMASHINA, 2010).

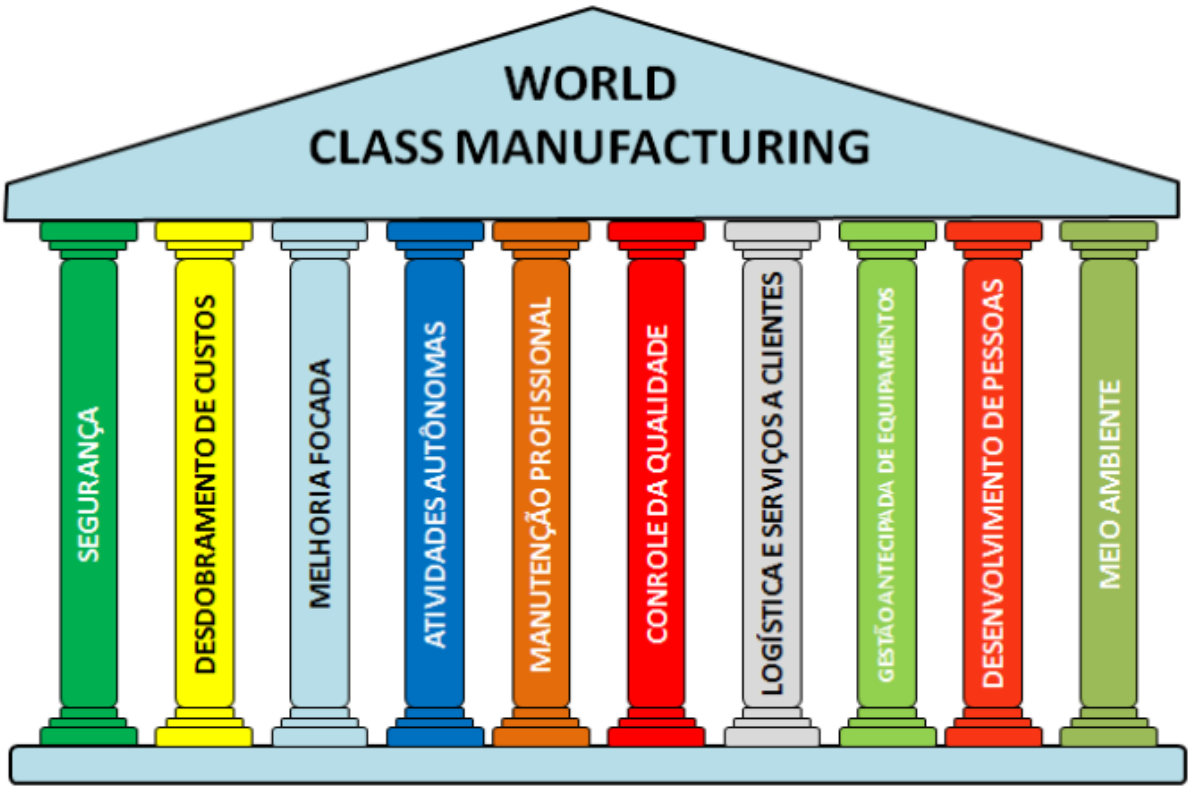
2.3 OS PILARES DO WCM

Segundo *Laube* et al. (2015) o WCM é composto por 10 pilares e uma implantação a longo prazo. Cada um desses pilares apresenta objetivos específicos a

serem implementados pela organização para o desenvolvimento do sistema (CORTEZ, 2010).

De acordo com Lima et al. (2010), os 10 pilares técnicos do WCM estão voltados para segurança do trabalho, desdobramento de custos, melhoria focada, atividades autônomas (manutenção autônoma), manutenção profissional, controle da qualidade, logística, gestão antecipada de equipamentos, desenvolvimento de pessoas e meio ambiente.

Figura 3 - Dez pilares Técnicos WCM



Fonte: Adaptado de PALUCHA (2012)

Cada pilar técnico é baseado no desenvolvimento de sete passos que garantem o atendimento ao objetivo final. O sistema de auditoria consiste em uma avaliação semestral por associação externa ao *World Class Manufacturing*. A pontuação que a fábrica pode aferir vai de zero a cem. Cada pilar técnico e gerencial é avaliado em uma escala de 0 a 5 (CORTEZ, 2010).

Uma companhia *World Class Manufacturing* é aquela que é forte o suficiente na aplicação de recursos, em tecnologias de produção, na capacidade de melhoria e no conhecimento detalhado no nível de chão de fábrica (Flores et.al., 2016).

2.4 MANUTENÇÃO PROFISSIONAL (PM)

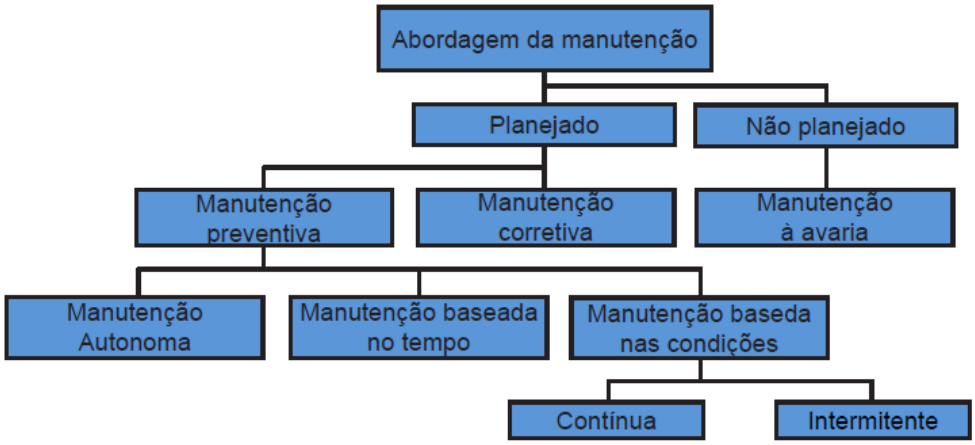
Auxilia na colaboração e no comprometimento entre o mantenedor e o operador de forma a reduzir quebras aplicando técnicas de análise de falhas. Desenvolve a cultura de práticas de manutenção com o objetivo de prorrogar a vida útil dos equipamentos (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

O pilar técnico de Manutenção Profissional compreende as atividades finalizadas com a construção de um sistema de manutenção capaz de reduzir a zero os danos e as micro paradas das máquinas e dos equipamentos, aumentando os seus ciclos de vida por meio da utilização de práticas de manutenção baseadas na capacidade de prorrogar a vida dos componentes (manutenção preventiva e corretiva).

2.4.1 ABORDAGEM E TIPOS DE MANUTENÇÃO

Para compreender melhor o propósito e as modalidades das atividades de Manutenção Profissional, é necessário colocá-las no quadro de abordagens sobre manutenção, das quais derivam diversas classificações.

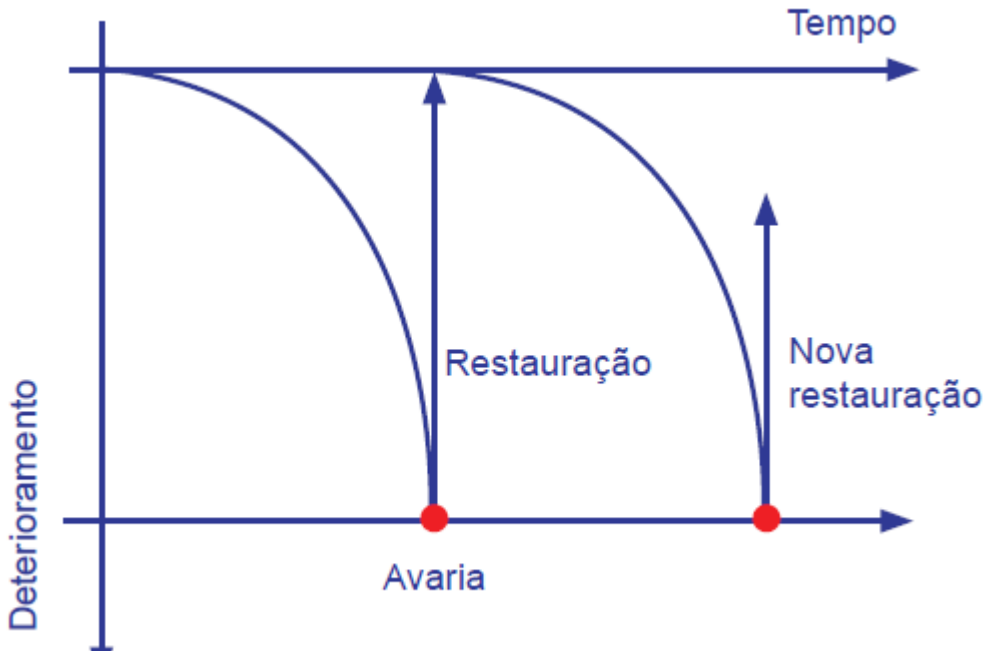
Figura 4 - Tipologia de manutenção



Fonte: Material fornecido pela empresa

A manutenção pode vir a reparar uma falha súbita, caso em que não é planejada e responde completamente aos erros de máquinas; pode também ser planejada. A manutenção das falhas leva a máquina ou o componente ao máximo nível de estresse, capaz de gerar um rompimento tal em sua área interna e assim causar a perda por danos.

Figura 5 - Manutenção da avaria



Fonte: Material fornecido pela empresa

2.4.2 OBJETIVOS

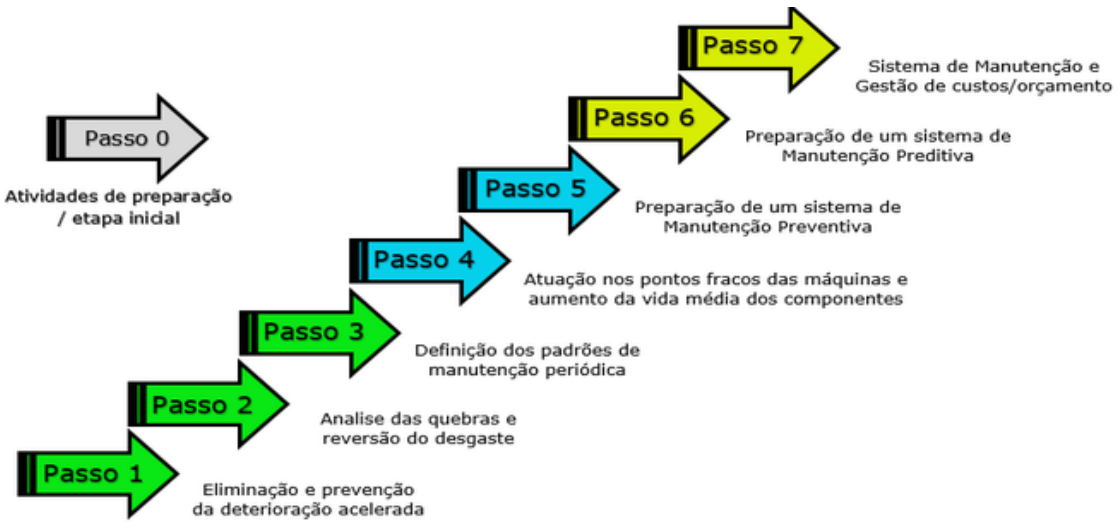
O sistema de manutenção profissional se propõe a:

- Maximizar a confiabilidade dos equipamentos a custos econômicos;
- Minimizar as perdas referentes a problemas de segurança e de qualidade por meio da melhoria da confiabilidade;
- Reduzir as atividades de manutenção não-planejada e reconduzi-las somente às máquinas não-prioritárias;
- Utilizar a combinação justa das diversas práticas de manutenção para estabelecer e manter a melhor condição dos equipamentos com os menores custos e a maior eficácia;
- Promover boas capacidades de planejamento da manutenção;
- Difundir uma cultura a obter taxa zero de falhas e de paradas.

2.4.3 O PERCURSO DA IMPLEMENTAÇÃO

O percurso da realização da manutenção profissional é composto dos 7 passos citados a seguir:

Figura 6 - O percurso da implementação



Fonte: Manutenção em Foco

- As atividades dos três primeiros passos têm o propósito de estabilizar o tempo médio entre as falhas – MTBF (*Mean Time Between Failures*) por meio da eliminação e da prevenção da degradação acelerada, análise das falhas e a definição dos padrões de manutenção preventiva. A abordagem é aquela da manutenção preventiva. Ao término dos três primeiros passos as falhas sobre as máquinas críticas devem ser levadas à zero.
- Os passos 4 e 6 têm o propósito de prolongar o ciclo de vida das máquinas por meio de atividades de manutenção corretiva e preventiva.
- O passo 5 tem como propósito restaurar o deterioramento periódico, por meio da construção de um sistema de manutenção preventiva.
- O passo 7 tem o propósito de institucionalizar o sistema de manutenção, de geri-lo e avaliá-lo.

2.5 FERRAMENTAS

2.5.1 CLASSIFICAÇÃO DE CRITICIDADE DE EQUIPAMENTOS

Um equipamento crítico pode ser definido como aquele que exige gerenciamento crítico no que se refere à produção e a qualidade, para aumentar os efeitos da manutenção produtiva (TAKASHI, OSADA, 1993).

O método TGPC é considerado uma ferramenta do WCM usada para classificar os equipamentos e máquinas segundo alguns critérios, que diz respeito a sua sigla:

- T: Tempo de reparo
- G: Grau de influência
- P: Probabilidade de o evento ocorrer
- C: Criticidade do evento

Esse método TGPC se baseia na análise de dados de dez itens que estão alinhados com as quatros dimensões principais (Tempo, Influência, Probabilidade e Criticidade). Cada item atribui uma pontuação que ao final será somada e servirá para definir a classificação do ativo.

Os dez são: tempo médio de parada ou MTTR, uso da máquina, efeito da qualidade sobre o produto, custo da não qualidade, perdas de energia, impacto sobre a produção, impacto sobre a segurança das pessoas, no meio ambiente, frequência de parada por corretiva ou MTBF, criticidade das máquinas baseado no grau de dificuldades para a manutenção.

Para classificação das áreas do setor, primeiro deve-se saber a definição de cada uma das classificações:

- Equipamentos AA são aqueles os quais são os modelos WCM para a fábrica, ou seja, devem seguir requisitos bem mais rígidos do que quaisquer outros equipamentos do setor. Assim, não podem haver quebras nesse equipamento, gerando um tratamento de anomalia com um plano de ação para que seja evitada essa mesma quebra no futuro baseado em sua causa raíz. Assim, é essencial manter suas condições básicas e ter um olhar mais crítico para qualquer anormalidade na linha/equipamento.

- Equipamentos A são aqueles que são críticos na linha produtiva que eles estão inseridos, ou seja, são gargalos da fábrica. Assim, eles também devem ter um acompanhamento mais próximo relacionado às quebras e, ao contrário dos equipamentos AA, são gerados tratamentos de anomalia com quebras acima de 2 horas para avaliação de sua causa raíz.
- Equipamentos B possuem relevância na cadeia produtiva, mas não param o setor caso quebrem. Assim não têm a mesma criticidade das demais classificações.
- Equipamentos C não têm quaisquer influências negativa na cadeia produtiva caso deixem de funcionar. Assim é a classificação menos crítica do todo.

2.5.2 5S

Segundo sua origem, cinco palavras japonesas deram significado ao 5S*: seiri, seiton, seiso, seiketsu*, e *shitsuke*, que significam, respectivamente: senso de utilização, senso de ordenação, senso de limpeza, senso de saúde/asseio e senso de autodisciplina (ERKEMA, [2006] apud CORREI et al., 2010)

2.5.3 MACHINE LEDGER

O *Machine Ledger* é uma das ferramentas do WCM que lista, detalha e registra o histórico de todos os componentes de um equipamento classificado como crítico. Nele, são relatados todos os elementos que servem para caracterizar e classificar o equipamento até o nível dos componentes, permitindo a gestão completa de falhas por componentes.

2.5.4 CLASSIFICAÇÃO DE COMPONENTES

Nas operações de manutenção corretiva é relevante considerar a importância da máquina ou equipamento para o processo produtivo, podendo ser classificado em classe A, B ou C. Os equipamentos de classe A são aqueles ativos que, se parados, interrompem o processo produtivo, levando a perdas de produção e financeira. Os de classe B compreendem aos ativos cuja parada não interfere no processo produtivo e, assim, não geram perda de produção e financeira. Por último, os equipamentos de classe C são os ativos que não fazem parte do processo produtivo (PEREIRA, 2011).

2.5.5 EWO

A Ordem Emergencial de Trabalho (EWO) é uma ferramenta utilizada para registrar todos os detalhes relativos a uma falha. É dotado de ferramentas como 5W1H e a análise dos 5 Porquês para auxiliar o mantenedor na descoberta da verdadeira causa raíz da falha.

2.5.6 KAIZEN

Segundo *Marchwinski* e *Shook* (2007, p. 40), *kaizen* significa: “Melhoria contínua do fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de criar mais valor com menos desperdício”. A filosofia *kaizen* envolve a definição de padrões e melhorá-los continuamente, ela enfatiza que a mudança seja realizada diariamente sempre visando o melhoramento em algum lugar na empresa ou na vida pessoal. Imai (IMAI, 1994, p. 6) afirma, ainda que o melhoramento seja dividido em *kaizen* e inovação. *Kaizen* significa pequenos melhoramentos feitos no “*status quo*”, como resultados de esforços contínuos. A inovação envolve o melhoramento profundo no “*status quo*”, como resultado de um grande investimento em nova tecnologia e/ou equipamento.

2.5.7 SMP

Uma SMP ou um *Standard Maintenance Procedure*, significando em português procedimento de manutenção padrão, é uma parte vital para manter o equipamento em ótima forma, mantendo seus funcionários seguros e mantendo a produtividade geral de sua fábrica. Uma SMP é um documento que contém instruções sobre como executar as tarefas de manutenção de forma correta e eficiente.

2.6 INDICADORES

2.6.1 KPI

Os KPIs (*Key Performance Indicators*) mensuram o desempenho dos equipamentos e do setor por meio do número de MTBF (Horas) e MTTR (Horas). Dessa forma é possível identificar qual o equipamento que está com a maior criticidade relacionado ao acompanhamento de quebras e a disponibilidade de produção do mesmo.

2.6.2 MTBF (HORAS – MÁQUINA)

Kardec e *Nascif* (2001) classificam o Tempo Médio entre Falhas (MTBF) como “uma medida básica de confiabilidade de itens reparáveis e, em geral, se refere à vida média de uma população”. Segundo Branco Filho (2006), o MTBF é a média dos tempos de funcionamento de máquinas, contados desde a colocação da máquina em funcionamento até a próxima falha.

Com esse indicador é possível identificar duas grandes lacunas existentes na manutenção: a eficácia e se há algum problema no projeto da manutenção.

2.6.3 MTTR (HORAS)

MTTR é a sigla para *Mean Time to Repair*, que em português significa tempo médio para reparo. O tempo médio de reparo é a divisão entre a soma das horas de manutenção pelo número de intervenções corretivas no período (VIANA, 2002).
Pode ser observar o quanto menor o MTTR no passar do tempo, melhor o andamento da manutenção, pois os reparos corretivos demonstram ser cada vez menos impactantes na produção (VIANA, 2002).

Tabela 2 – Modelo matemático para MTBF e MTTR

ÍNDICE	*Utilizado para medir*	*Modelos matemáticos*
MTTR (Tempo Médio para Reparação)	Manutenibilidade	$\frac{Tempo\ total\ de\ reparação}{Número\ total\ de\ intervalos}$
MTBF (Tempo Médio Entre Falha)	Disponibilidade	$\frac{Tempo\ de\ funcionamento - Tempo\ de\ avaria}{Número\ total\ de\ avarias}$

Fonte: Kardec e Nsacif (2001) e Viana (2002)

2.6.4 CUSTOS DE MANUTENÇÃO

A manutenção tinha seus custos divididos até 1993 em pessoal, material e contratação de serviços externos, porém com o crescimento da manutenção, a depreciação e a perda de faturamento também começaram a entrar no cálculo (VIANA, 2002).

- Pessoal: Gastos com salários, encargos sociais, prêmios e outros benefícios concedidos;
- Materiais: Custo para reposição de itens, setor de compras, energia elétrica, água, insumos diversos, entre outros;
- Contratação de serviços externos: Contratos com outras empresas para realização de serviços constantes ou esporádicos;
- Depreciação: Custos com reposição direta os investimentos de equipamentos e ferramenta, custos com o setor contábil da empresa, entre outros;
- Perda de faturamento: Custos com as perdas de produção e matéria-prima.

3 METODOLOGIA

A pesquisa é um meio pelo qual a análise do problema proposto é viabilizada a fim de que os objetivos traçados sejam atingidos. Esse capítulo apresenta os princípios metodológicos que foram tomados como base para o desenvolvimento da pesquisa, bem como os procedimentos escolhidos para a coleta de dados. Em seguida, são apresentadas as atividades gerenciais e também as atividades dos passos 0 até 3 do pilar PM.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A metodologia adotada é de cunho qualitativa, a qual é classificada como exploratória-descritiva, baseada em dados e observações coletados no local da pesquisa. Para Vieira (2002) e Malhotra (2006), a pesquisa descritiva objetiva conhecer e interpretar a realidade, por meio da observação, descrição, classificação e interpretação de fenômenos.

A pesquisa aborda um relato de experiência a partir de um projeto realizado por uma empresa de consultoria, com o fim de exemplificar o tema abordado dentro de um contexto real, visto como o modo mais adequado para a investigação do fenômeno. As atividades gerenciais, de preparação e aplicação dos passos 1, 2 e 3 foram realizadas pela empresa de consultoria e pelo setor de manutenção e financeiro da empresa do segmento de acumuladores de energia.

Na presente pesquisa, aplicou-se o método da pesquisa-ação, caraterizado pela união das concepções de pesquisa e de intervenções, ou seja, com a realização de diagnósticos, com a identificação de problemas e com o planejamento e implementação de soluções (MELLO, 2015). Segundo Gil (2008), convém ressaltar que é cabível o estudo dentro da atual transformação no modo de gerenciar as empresas e assim verificar possíveis fatores reais que influenciam as características da gestão.

3.2 ATIVIDADES GERENCIAIS

Algumas atividades gerenciais precisam ser realizadas para identificar a urgência de aplicação do pilar PM (com base em dados de custos), formar os times responsáveis e atribuir as atividades e cronogramas para todos os envolvidos. Essas atividades foram executadas pela gerência (gerente e supervisores) do setor de placas.

Informações e dados referentes aos custos da produção foram coletados como parte dos passos do pilar CD (Desdobramento de Custos) e utilizados nas seguintes atividades gerenciais:

- Planejamento inicial e elaboração do *Master plan* (Anexo A): Documento que descreve de todas as atividades que serão realizadas, seus respectivos "*steps*" (passos), responsáveis, datas planejadas e informações adicionais (controle de atividades finalizadas e dificuldades).
- Criação do Route *map* (Figura 8): Ferramenta de gestão à vista que permite que colaboradores visualizem seus resultados em KPIs (indicadores chave de desempenho) e andamento da aplicação dos "*steps*" (passos) do pilar PM e outros. Neste trabalho, o pilar AM (Manutenção Autônoma) também estava avançando em conjunto.
- Definir estrutura da manutenção: A equipe responsável pela execução das atividades dos passos do pilar PM é definida pela liderança do setor. O organograma (Figura 9) é construído e comunicado às equipes envolvidas.

3.3 PASSOS DO PILAR PM

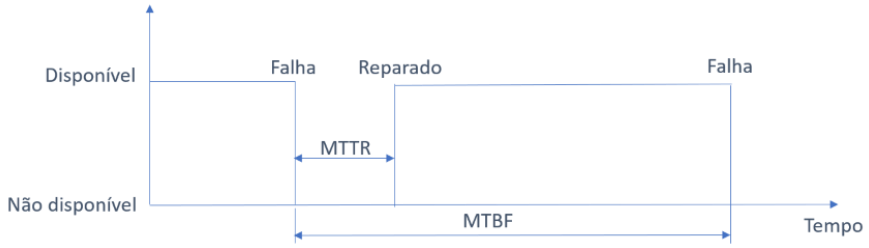
O pilar de PM (*Professional Maintenance*) segue a metodologia do WCM, que estabelece um cronograma de atividades padronizadas que são separadas em etapas que são sequenciadas e são pré-requisitos entre si para avançar às etapas subsequentes. Durante a aplicação dos pilares, o setor de manutenção inicia projetos de melhoria (*kaizen*) pontuais para monitorar impactos financeiros (economia gerada). Após a conclusão das atividades gerenciais, foram iniciadas as atividades de preparação do pilar PM (Passo 0):

3.3.1 Passo 0: Atividades de preparação.

Dentro as principais atividades deste passo, destacam-se:

A. Definição dos equipamentos e das prioridades – equipamentos são nomeados e classificados de acordo com a quantidade de chamados de falha/quebra (F/Q);
B. Definição do fluxo gerencial do processo de manutenção;
C. Ligação do sistema de documentação e do sistema informatizado de gestão da manutenção – todos os documentos pertinentes da manutenção passaram a ser digitalizados e centralizados no sistema interno da empresa;
D. Definição do *box* de manutenção – local físico de aplicação do pilar PM dentro da empresa;
E. Gestão dos lubrificantes (Anexo B) – documento com informações sobre pontos que precisam de lubrificação e explicação detalhada;
F. Gestão EWO (*Emergency Work Order*) – formulários de tratamento de anomalias, falhas e quebras inesperadas;
G. Monitoramento de KPI – Os indicadores MTTR (*Mean Time To Repair*) e MTBF (*Mean Time Between Failures*) são medidos e atualizados no sistema da empresa. Na empresa em questão, esses indicadores são acompanhados mensalmente e os números capturados foram do mês de janeiro de 2020. A figura 7 explica o método de cálculo utilizado, onde o MTBF é medido entre falhas e inclui o tempo do MTTR.

Figura 7 – MTBF e MTTR de acordo com disponibilidade do equipamento



Fonte: Material fornecido pela empresa

Com todas as atividades de preparação finalizadas, foi dado início à aplicação do pilar PM do WCM (Passos 1, 2 e 3):

3.3.2 Passo 1: Eliminação e prevenção da deterioração acelerada. Dentro as principais atividades deste passo, destacam-se:

A. Gestão de etiquetas – definir padrões para abertura de etiquetas (ordens de serviço) e controle no sistema interno da empresa;
B. Decomposição dos componentes – fazer o levantamento e discriminação dos componentes do equipamento;
C. Classificação de componentes A, B e C – classificar criticidade dos componentes, podendo adicionar itens críticos no estoque;
D. Restauração das condições básicas do equipamento – trocar ou restaurar componentes desgastados do equipamento;
E. Transferência de atividades para o pilar de AM (manutenção autônoma) – atividades de controle, inspeção, lubrificação e eventuais ajustes;
F. Elaboração do *Machine Ledger* (Anexo C) – Planilha contendo todas as informações coletadas de componentes e criticidade, contendo histórico de manutenções.

3.3.3 Passo 2: Análise das quebras e reversão do desgaste. Algumas das principais atividades do passo 2, destacam-se:

A. Criação do mapa de quebras – tabela com histórico das quebras, descrição, data e foto da falha/quebra;

B. Identificação e aplicação de contramedidas que eliminam a possibilidade de novas quebras;
C. Desenvolvimento de técnicas para solucionar problemas e análise de quebras;
D. Redução das atividades de manutenção não planejadas devido ao histórico das medidas adotadas para prevenir falhas.

3.3.4 Passo 3: Definição dos padrões de manutenção periódica. As principais atividades do passo 3 são:

A. Elaboração de SMPs (*Standart Maintenance Procedures*) – os procedimentos de manutenção padrão (SMPs) contém instruções e passo a passo de como executar uma manutenção específica como inspeção, lubrificação, reparos, trocas, testes, entre outros;
B. Criação do calendário de manutenção integrado com o *Machine Ledger* – utilizado o plano de 52 semanas para visualização macro dos procedimentos que serão realizados no ano;
C. Criação de procedimentos para principais atividades de manutenção – mapeamento das atividades de rotina;
D. Estabelecimento de uma ligação lógica das atividades de AM e PM;
E. Redução das atividades de manutenção não planejadas;
F. Aumentar a disponibilidade do equipamento – esperado aumento do MTBF e diminuição do MTTR, mudanças positivas causadas pela aplicação dos passos do pilar PM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo serão apresentados os tópicos que descrevem a pesquisa e sua relação com a teoria apresentada no capítulo 2 e passos de manutenção profissional no capítulo 3. Por fim, será demonstrado o resultado prático da aplicação do pilar PM do WCM.

4.1 APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES GERENCIAIS

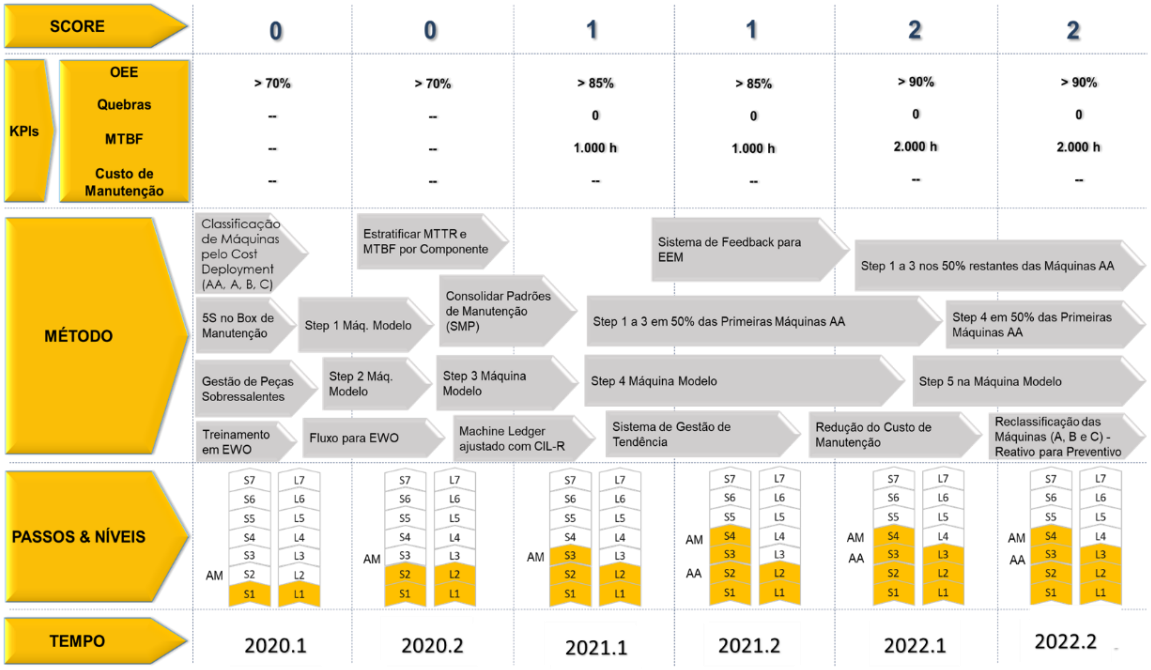
Após a definição da empresa e objeto de estudo, foram coletados dados e informações acerca dos principais custos nos processos da manutenção da oficina de placas por meio do Pilar de Desdobramento de Custos (CD) da metodologia WCM, ocorrido no segundo semestre de 2019. A partir desses dados coletados, foram utilizados, nos meses seguintes, de janeiro de 2020 até abril de 2021, passos do pilar de Manutenção Profissional (PM) do WCM.

Antes mesmo de começar qualquer atividade preliminar do pilar PM (aplicação do Passo 0), é necessário realizar um planejamento inicial e montar o plano principal (*Master plan)*, que é a ferramenta que direciona a eficiência com que se deve avançar com o trabalho e seus resultados. O plano principal deve contar com todas as atividades de todos os *steps* destrinchadas. O *Master plan* (Anexo A) conta apenas com as atividades do *step 0* (passo 0), por motivos de sigilo corporativo.

A implementação do WCM envolve diversas áreas da empresa e alguns pilares devem ser aplicados em paralelo, conforme recomenda a metodologia. O avanço do pilar de AM (*Autonomous Maintenance*) foi direcionado em conjunto com o pilar PM (*Professional Maintenance*), pois ambos tratam de manutenção e envolvem times e áreas similares da empresa.

Para facilitar a visualização do andamento para as áreas responsáveis pelos pilares PM e AM, é criado um “roteiro” (*route map)* (figura 8) como ferramenta de gestão à vista, para que os colaboradores possam visualizar seus resultados em KPIs (indicadores chave de desempenho). Com o *route map*, os pilares (AM e PM) criam metas e objetivos a alcançar, fazendo com que prazos sejam atrelados aos passos e dessa forma a equipe trabalhe de uma maneira mais focada e direcionada.

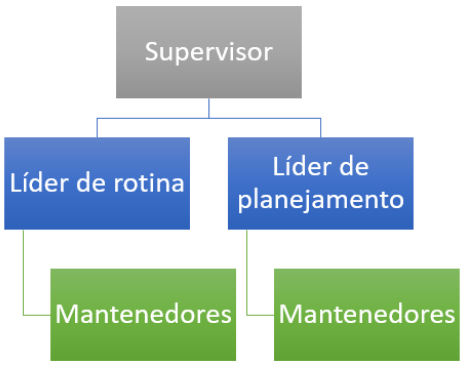
Figura 8 – Exemplo de *Route map*



Fonte: Material fornecido pela empresa

A equipe responsável pela execução dos pilares também é definida no plano principal (*Master plan)* e a decisão é feita pela liderança do setor, nas reuniões iniciais de planejamento. A estrutura da manutenção (figura 9) foi decidida em uma dessas reuniões e segue o seguinte organograma:

Figura 9 – Organograma de setor de manutenção



Fonte: Material fornecido pela empresa

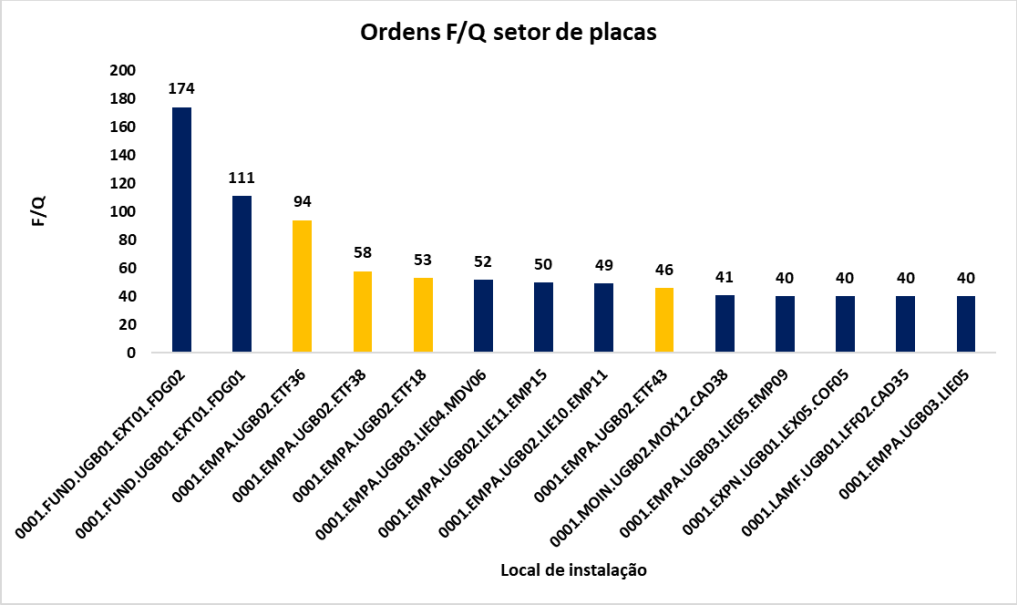
As atribuições dos supervisores de manutenção vão desde o direcionamento da equipe na rotina do setor, atendimento aos clientes internos, garantia de peças sobressalentes do setor, melhoria em equipamentos, entre outros pontos. As funções dos líderes são estratégicas para que a metodologia tenha eficácia, pois cada um deve saber o seu papel e desempenhá-lo.

4.2 PASSO 0: ATIVIDADES PRELIMINARES DE PREPARAÇÃO

Esta primeira etapa, titulada como passo 0 pela metodologia, consiste em realizar atividades que antecedem os projetos da manutenção profissional. Trata-se da realização de algumas atividades de manutenção em uma máquina/equipamento modelo ou numa planta. Tem como objetivo criar um sistema para a gestão da manutenção completa de mapeamento e classificação dos equipamentos e máquinas.

Os equipamentos do setor de placas já estavam nomeados (Atividade A) e foi utilizado um Pareto de falha/quebra como método de priorização (figura 10) para identificar os equipamentos com maior criticidade. Fica evidenciado que as estufas são equipamentos que têm uma criticidade alta por estarem em constante aparição dentro das ordens de falha/quebra, ou seja, as ordens corretivas. Esse é o indicador chave para que seja feita a classificação das estufas como equipamentos AA e sejam utilizadas como máquinas modelo para o pilar de manutenção profissional.

Figura 10 – Pareto de falha/quebra



Fonte: Material fornecido pela empresa

O fluxo gerencial do processo de manutenção (Atividade B) foi repassado com os mantenedores, líder de rotina e líder de planejamento pelo supervisor. A empresa já possuía um sistema informatizado de gestão da manutenção (Atividade C) onde as informações estavam sendo centralizadas.

O local do *box* de manutenção foi definido, sendo a oficina do setor de placas (Atividade D). Em seguida, é criado um documento da gestão da lubrificação (Anexo B) para que os mantenedores tenham acesso à informação dos pontos que precisam ser lubrificados do equipamento, os tipos de lubrificante, periodicidade, tempo esperado para lubrificar e também como deve ser feito (Atividade E).

Os formulários de tratamento de anomalia, também conhecidos como EWO (*Emergency Work Order)* são gerenciados na engenharia de manutenção da fábrica (Atividade F), onde são tratadas e armazenadas pelos analistas técnicos do setor de manutenção. Dessa forma, estes documentos são analisados até a causa raíz e são definidas as ações para evitar futuras quebras pelo mesmo fator.

Para finalizar o *step* 0, foi feito o monitoramento inicial dos indicadores-chave MTBF (*Mean Time Between Failures*), que indica o tempo médio entre falhas, e do MTTR (*Mean Time To Repair*), tempo médio de reparo. As figuras 11 e 12 indicam os KPIs (indicadores de desempenho) capturados no final do passo 0 (Atividade G).

Figura 11 – Monitoramento inicial do KPI (MTBF)

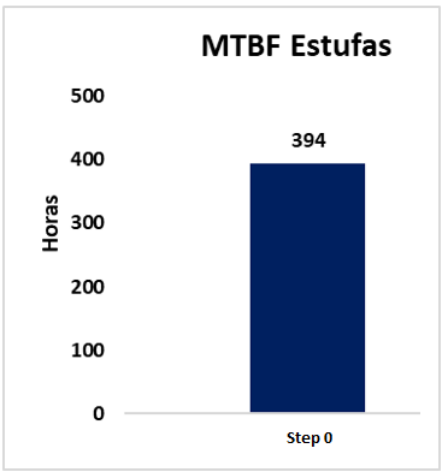
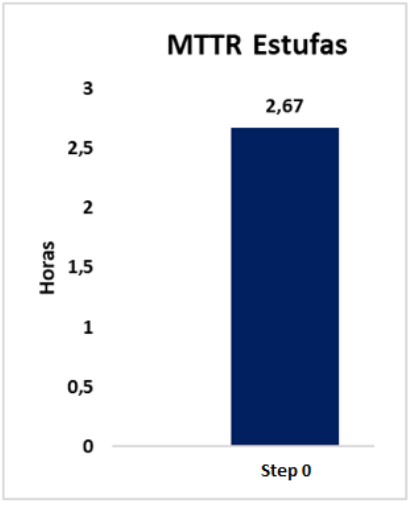


Figura 12 – Monitoramento inicial do KPI (MTTR)



Fonte: Material fornecido pela empresa

Foram realizados 3 projetos de melhoria *kaizen* no Step 0.

4.3 PASSO 1: ELIMINAÇÃO E PREVENÇÃO DO DESGASTE ACELERADO

Este passo (*step* 1) tem o objetivo de reduzir o tempo médio de reparação (MTTR) por meio do reforço das competências dos condutores/operadores, da melhoria da gestão das peças de reposição, da melhoria da acessibilidade dos equipamentos e da aplicação dos 5S na área de trabalho.

Este passo se propõe, além disso, a fornecer uma estabilização inicial do tempo médio entre as falhas (MTBF) por meio do reparo da deterioração, da manutenção das condições de base e a eliminação do ambiente de deterioração forçada. Os objetivos específicos do pilar PM (manutenção profissional) deste passo são a compreensão das condições atuais das máquinas, por meio de uma série de atividades preparatórias de análise das falhas (passo 2) e a compreensão das condições favoráveis devido a predisposição do registro no livro máquina.

Foi dado início à gestão de etiquetas (Atividade A). As etiquetas são abertas em 2 situações: etiquetas de segurança para riscos eminentes para a operação e demais colaboradores e etiquetas de manutenção que visam a condição básica dos equipamentos. Dessa forma, a equipe de rotina da manutenção deve ter um controle de fechamentos de etiquetas e não as deixar vencer os seus prazos. Todo o controle é feito por meio do sistema interno da empresa, com painéis que mostram a quantidade de etiquetas abertas e fechadas.

A figura 13 mostra o controle de etiquetas é feito no sistema interno da empresa e que foram abertas 13 etiquetas no setor (identificando o local e a melhoria a ser executada). Ainda na figura 13, o gráfico “Etiquetas Fechadas por Setor” indica que 100% das etiquetas foram fechadas, com alguns casos exemplificados nas figuras 14 e 15. O processo de restauração de condições básicas do equipamento (Atividade D) é realizado de forma contínua desde o início do levantamento das etiquetas, onde as etiquetas abertas pela operação são fechadas pela equipe de manutenção de rotina.

Neste passo, foram iniciados 9 projetos de melhoria (*kaizen*), majoritariamente focados em substituição de componentes danificados e aumento do estoque de componentes com alta criticidade (A).

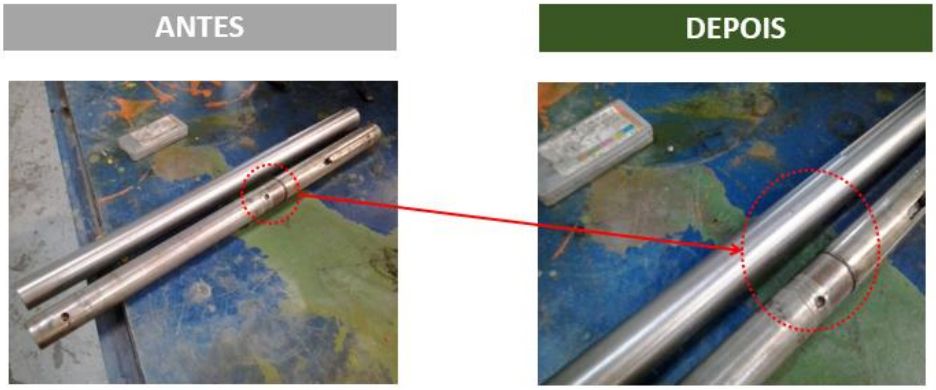
Figura 13 – Controle de etiquetas

Fonte: Material fornecido pela empresa

Figura 14 – Restauração de rolamento

Fonte: Material fornecido pela empresa

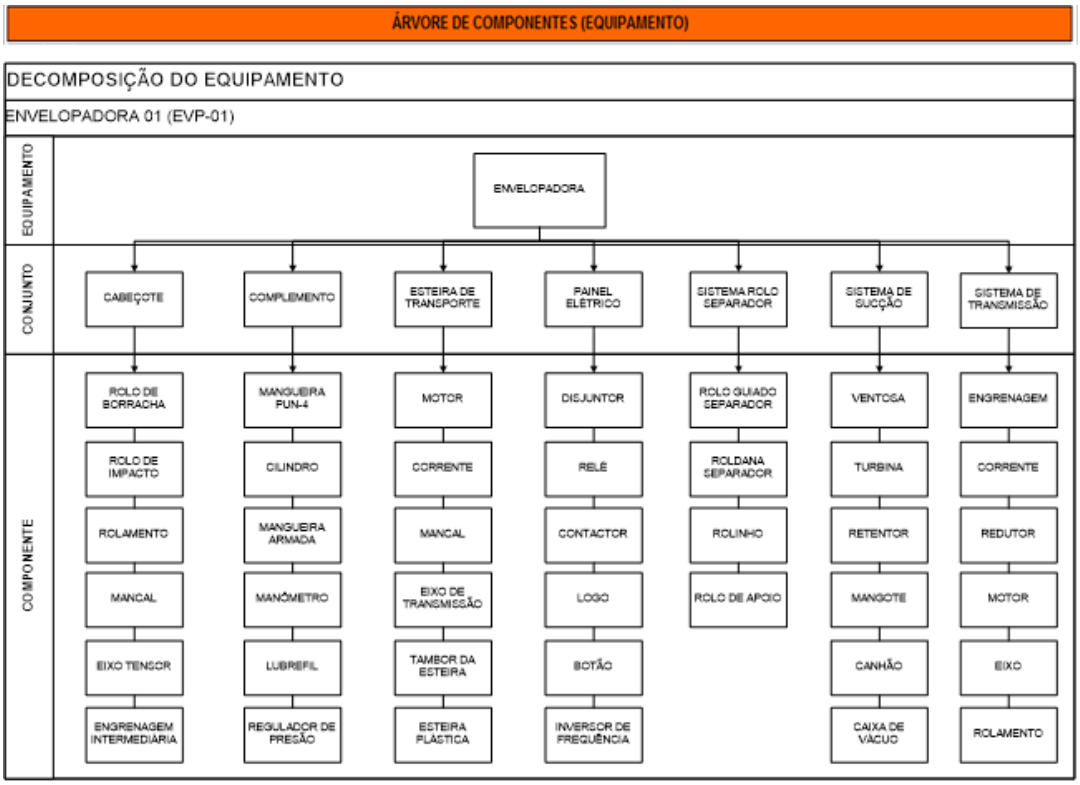
Figura 15 – Substituição de eixo desgastado



Fonte: Material fornecido pela empresa

A atividade B (decomposição) do *step 1* consiste em fazer o levantamento e discriminação dos componentes do equipamento (figura 16). A árvore de componentes facilita a classificação dos mesmos (atividade C) de acordo com a sua criticidade e será fundamental para a criação do livro máquina (*Machine Ledger*).

Figura 16 – Decomposição de componentes de equipamento



Fonte: Material fornecido pela empresa

Assim como os equipamentos que possuem classificação de acordo com a sua criticidade, os componentes de cada máquina também são distribuídos entre A, B e C. Dessa forma, de acordo com a classificação, o componente é designado a ser item de estoque em almoxarifado ou não, sendo assim necessário um controle dos itens que cada equipamento comporta e identificação em um documento, assim podendo se antecipar em relação à fornecedores de cada tipo de componente e fazer trabalhos de melhoria, como por exemplo a nacionalização deles.

Neste passo também é oportuno que o pilar PM forneça um suporte de tipo formativo à Manutenção Autônoma, de modo que a equipe de AM se torne autônoma nas execuções das atividades de controle, inspeção, lubrificação e eventuais ajustes (CILR: *Cleaning, Inspecting, Lubricating, Refastening*), conforme indica a Atividade E.

A atividade final dessa etapa (Atividade F) é construir o livro máquina (*Machine Ledger)*. Nele são levantados os componentes do equipamento e discriminadas as suas criticidades, para que dessa forma a equipe da manutenção consiga planejar as intervenções planejadas com um foco mais direcionado. Assim, conforme exemplificado no Anexo C, ele compila todos os dados levantados na etapa de classificação de componentes.

4.4 PASSO 2: ANÁLISE DAS FALHAS

É possível introduzir a modalidade de manutenção preventiva nesse passo do PM, com o objetivo de levar as variações do MTBF a um valor menor, ou seja, estabilizar esse KPI. Um documento bastante importante é o Mapa de Quebras (Atividade A), primeira atividade do passo 2 do PM. Nele, é possível criar uma gestão de quebras para que seja armazenado um histórico dentro dessa documentação. É uma tabela que contém a descrição da quebra e a data, junto com uma foto do local que ocorreu a falha.

As atividades B e C do passo 2 têm o propósito de evitar a repetição de falhas graves e reduzir a recorrência das micro paradas, melhorando o rendimento do processo por perdas devido a falha. Também tem o objetivo de reduzir os defeitos e as anomalias de produto devido as estado dos equipamentos e de desenvolver técnicas de análise das falhas e de solução de problemas (*Problem Solving*), documentando com rigor os resultados (atualização do sistema EWO).

A maior parte dos projetos de melhoria foram iniciados no passo 2, totalizando 22 *kaizens*. De forma geral, os projetos surgiam a partir do preenchimento das EWOs como planos de ação para resolver (ou mitigar) as causas-raízes das falhas.

Para a contramedida de prevenção, é adotado um documento padrão para identificação de causa raíz de uma determinada falha/quebra. Nele é possível colocar ações de prevenção e diminuição de TTR (*Time to Repair*) para que não volte a acontecer a quebra e dessa forma também criar um histórico das contramedidas tomadas para cada tipo de quebra (Atividade D). Por meio da remoção da causa raíz da falha definem-se as bases para a estabilização do tempo médio entre a recorrência das falhas (MTBF).

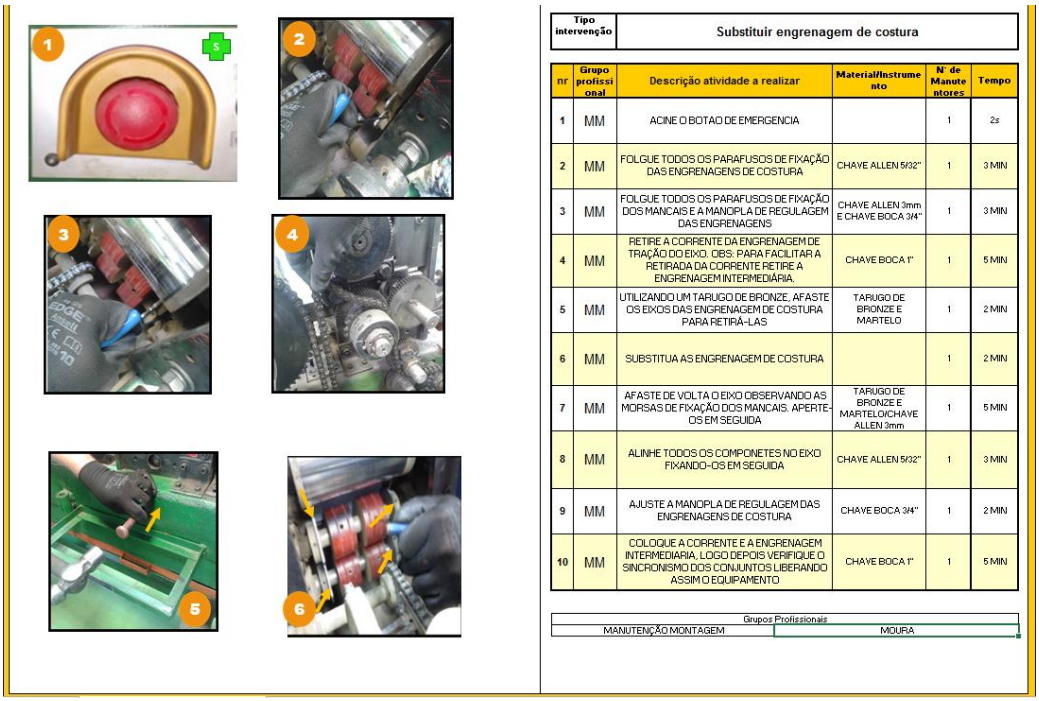
4.5 PASSO 3: DEFINIÇÃO DOS PADRÕES DE MANUTENÇÃO PERIÓDICA

A manutenção periódica tem o propósito de intervir de modo programado sobre o equipamento, a máquina e o componente, por meio de substituições, lubrificações, inspeções, configurações, regulagens, testes, calibragens, revisões mecânicas, elétricas e hidráulicas. Isso com a finalidade de antecipar a ocorrência da falha.

Uma vez que as condições de base foram reparadas por meio dos passos anteriores, esse tipo de manutenção tem um excelente resultado e constitui as premissas para a manutenção preventiva. Porém, por outro lado, se as condições de base são deterioradas, torna-se muito difícil prever a frequência de substituição, tornando esse tipo de manutenção ineficaz.

Como já dito anteriormente, a padronização de atuação leva à maior eficiência do setor e também aumenta a confiabilidade de atuação da equipe, deixando o procedimento mais robusto e uniforme para atuações. Um documento (figura 17) exemplifica como essas ações são padronizadas, com o passo a passo de atuação e fica disponível para consulta de qualquer mantenedor (Atividade A). Nessa etapa é necessário que o mantenedor demande um tempo disponível para que ele monte uma LPP (Lição Ponto a Ponto) direcionada à manutenção, denominada de SMP (*Standart Maintenance Procedure*).

Figura 17 – Exemplo de SMP (*Standart Maintenance Procedure*)



Tipo intervenção	Substituir engrenagem de costura			
nr	Grupo profissional	Descrição atividade a realizar	Material/Instrumento	Nº de Manutentores	Tempo
1	MM	ACIONE O BOTAO DE EMERGENCIA		1	2s
2	MM	FOLGUE TODOS OS PARAFUSOS DE FIXAÇÃO DAS ENGRENAGENS DE COSTURA	CHAVE ALLEN 5/32"	1	3 MIN
3	MM	FOLGUE TODOS OS PARAFUSOS DE FIXAÇÃO DOS MANCAIS E A MANOPLA DE REGULAGEM DAS ENGRENAGENS	CHAVE ALLEN 3mm E CHAVE BOCA 3/4"	1	3 MIN
4	MM	RETIRE A CORRENTE DA ENGRENAGEM DE TRAÇÃO DO EIXO. OBS: PARA FACILITAR A RETIRADA DA CORRENTE RETIRE A ENGRENAGEM INTERMEDIÁRIA.	CHAVE BOCA 1"	1	5 MIN
5	MM	UTILIZANDO UM TARUGO DE BRONZE, AFASTE OS EIXOS DAS ENGRENAGEM DE COSTURA PARA RETIRÁ-LAS	TARUGO DE BRONZE E MARTELO	1	2 MIN
6	MM	SUBSTITUA AS ENGRENAGEM DE COSTURA		1	2 MIN
7	MM	AFASTE DE VOLTA O EIXO OBSERVANDO AS MORSAS DE FIXAÇÃO DOS MANCAIS. APERTE-OS EM SEGUIDA	TARUGO DE BRONZE E MARTELO/CHAVE ALLEN 3mm	1	5 MIN
8	MM	ALINHE TODOS OS COMPONETES NO EIXO FIXANDO-OS EM SEGUIDA	CHAVE ALLEN 5/32"	1	3 MIN
9	MM	AJUSTE A MANOPLA DE REGULAGEM DAS ENGRENAGENS DE COSTURA	CHAVE BOCA 3/4"	1	2 MIN
10	MM	COLOQUE A CORRENTE E A ENGRENAGEM INTERMEDIARIA, LOGO DEPOIS VERIFIQUE O SINCRONISMO DOS CONJUNTOS LIBERANDO ASSIM O EQUIPAMENTO	CHAVE BOCA 1"	1	5 MIN

Grupos Profissionais	
MANUTENÇÃO MONTAGEM	MOURA

Fonte: Material fornecido pela empresa

Com o calendário de manutenção (Atividade B) é possível planejar ao longo do ano usando como base as intervenções preventivas em cada equipamento. O plano mais utilizado pelas manutenções é o Plano de 52 semanas, onde o planejador consegue enxergar de maneira macro as melhores oportunidades de atuação e a periodicidade de cada intervenção.

Os procedimentos das principais atividades foram mapeados (Atividade C) em forma de SMPs e as rotinas de interação entre os times de PM e AM (Atividade D) foram definidas (reuniões, acesso a sistemas, compartilhamento de informações e procedimentos de manutenção), trazendo maior previsibilidade para ambas as equipes. No passo 3, foram realizados 2 projetos de melhoria *kaizen*.

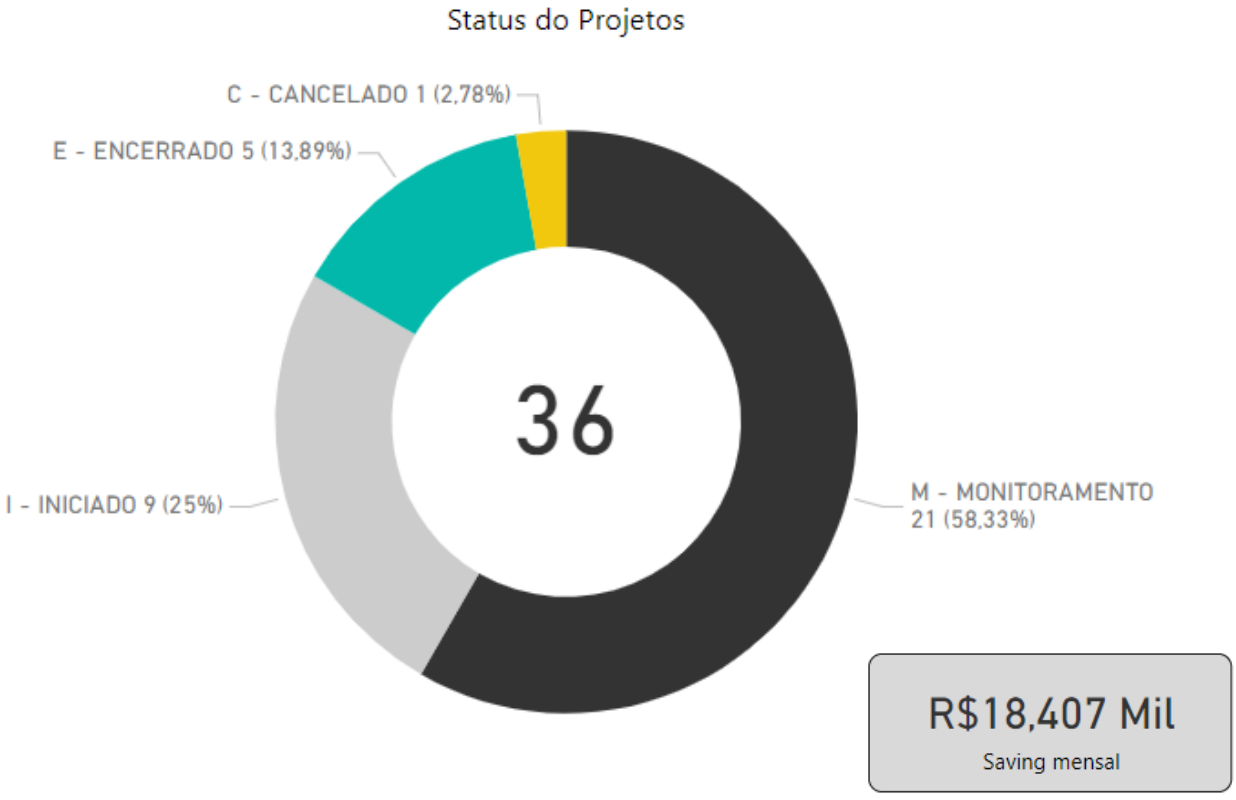
Com os três primeiros *steps* do pilar PM (manutenção profissional) do WCM concluídos, deve ser percebida uma alteração nos indicadores-chaves (MTTR e MTBF) capturados no final do *step* 0 (Atividades E e F, respectivamente). Além disso, é estimada uma economia mensal (*saving*) com base nos projetos de melhoria contínua (*kaizens*) nos equipamentos. O pilar PM do WCM conta com mais 4 *steps*, que não foram implementados nesse trabalho e estão como sugestão para trabalhos futuros (capítulo 7).

5 MÉTRICAS IMPACTADAS

Após os pontos listados anteriormente serem colocados em prática, os principais ganhos que explicitam os benefícios do trabalho são as melhorias dos indicadores dos equipamentos. Eles demonstram que as padronizações e levantamento de condições básicas levam a uma maior disponibilidade dos equipamentos para produção e uma menor demanda de atuação durante uma quebra.

Também o aumento de número de projetos de melhoria no equipamento, assim levando à um maior ganho relacionado a custo e produtividade do equipamento, que no exemplo citado foram as estufas de cura e secagem de placas de baterias de chumbo ácido. Conforme indicado no capítulo de Resultados e Discussão, foram 36 projetos abertos ao longo da implementação do pilar PM que geraram uma economia (*saving*) de 18 mil reais mensais (figura 18).

Figura 18 – Exemplo de gráfico de *kaizens*

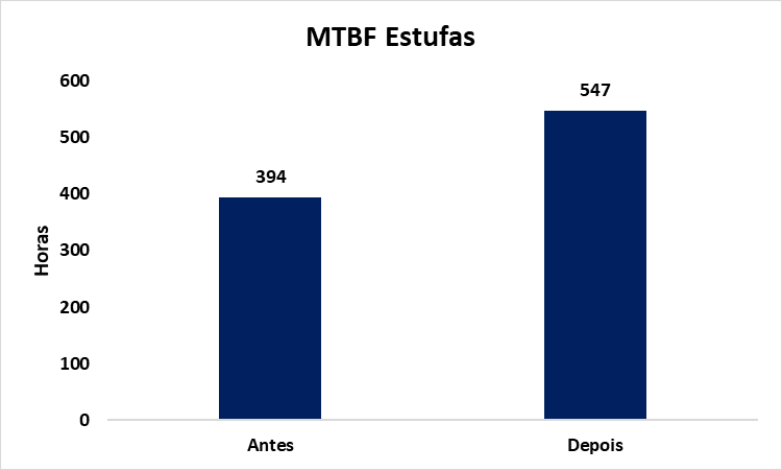


Fonte: Material fornecido pela empresa

Em relação à documentação técnica, 100% das peças de reposição foram cadastradas no sistema informatizado interno da empresa, melhorando a assertividade de compra de peças. Foram abertas 13 etiquetas e todas foram fechadas, garantindo assim um ambiente mais seguro e retomada de condições básicas do equipamento.

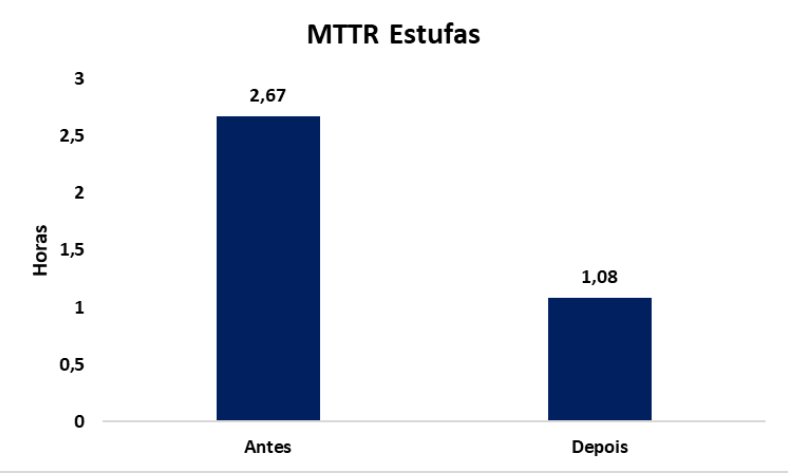
O pilar de manutenção profissional tem uma estratégia de evitar que equipamentos venham a falhar e assim foi identificado os seguintes resultados em relação aos indicadores iniciais (MTBF e MTTR):

Figura 19 – MTBF estufas



Fonte: Material fornecido pela empresa

Figura 20 – MTTR estufas



Fonte: Material fornecido pela empresa

Os gráficos das figuras 19 e 20 evidenciam que o MTBF do equipamento aumentou em cerca de 39% (de 394 horas para 547 horas), ou seja, ele tem um maior tempo disponível para produzir após o trabalho do pilar de PM. O MTTR diminuiu em cerca de 60% (de 2,67 horas para 1,08 horas), demandando um menor tempo para atuação em intervenções de manutenção. O ganho com os indicadores vai desde a redução de custo com ordens corretivas quanto redução de custo com homem-hora (dados confidenciais).

Em produtividade, o ganho é de aproximadamente 100 horas mensais, o que corresponde a 40.000 placas que são convertidas em 2.000 baterias a mais produzidas. O cálculo das economias geradas (*savings*) pelos projetos *kaizen* leva em consideração essa quantidade de baterias produzidas e alguns outros fatores, como a redução na quantidade de componentes comprados e importados (que passam a ser produzidas na fábrica), diminuição dos chamados de urgência na produção (menor quantidade de custos pessoais e contratação de serviços externos).

Os projetos de melhoria são iniciados, monitorados e encerrados por todo o setor de manutenção e espera-se que sejam realizados mais *kaizens* ao longo da implementação dos outros passos do pilar PM.

6 CONCLUSÃO

O *World Class Manufacturing* é mais do que um conjunto de regras a se seguir, mas é uma cultura que pelas ações padronizadas, uma fábrica pode otimizar o seu processo de fabricação e reduzir custos com os equipamentos. O pilar de manutenção profissional do WCM se mostra como uma vertente importante para vários setores simultaneamente: manutenção, produção, qualidade, entre outros. Além de evitar futuras quebras no equipamento, é desenvolvida toda uma estruturação de peças e atuações, padronizando-os e aumentando a eficiência e eficácia do equipamento escolhido como modelo.

No caso apresentado nesse trabalho, foi comprovado pela redução de custos (*saving*) mensal de 18 mil reais, a redução de 60% no MTTR e aumento de 39% no MTBF que um trabalho bem executado do pilar pode levar o equipamento a ter uma melhoria significativa por meio das ações executadas.

A partir do plano (*master plan*) inicial, pode-se ver que, apesar dos indicadores reduzirem, o objetivo de zerar as quebras não foi alcançado. Mesmo assim os retornos encontrados foram positivos e aumentaram a disponibilidade dos equipamentos. Além disso, a parte de padronização também capacita os mantenedores e deixa as atuações mais assertivas por meio das documentações.

Quando se tem uma boa estruturação, a manutenção é um setor estratégico para qualquer fábrica e pode trazer retorno de investimentos executados e aumentar a longevidade dos ativos produtivos da empresa. Unido com o pilar PM do WCM, o setor de manutenção consegue trabalhar com um alto padrão de entregas tanto na qualidade quanto na eficiência, fazendo com que o WCM evidencie uma frase de *George Bernard Shaw*: “O progresso é impossível sem mudança; e aqueles que não conseguem mudar as suas mentes não conseguem mudar nada.”

7 SUGESTÕES DE FUTUROS TRABALHOS

Ao estudar e analisar a aplicação dos passos 1 ao 3 do pilar de manutenção profissional da metodologia WCM, percebe-se diversas oportunidades de melhoria as quais não puderam ser desenvolvidas e que são de grande relevância para a indústria. Algumas sugestões para trabalhos acadêmicos futuros são fornecidas:

- Aplicação dos passos seguintes, como o passo 4 e 5, mudando a abordagem da equipe da manutenção de reativa para preventiva;
- Aplicação dos passos 1 ao 3 do pilar de manutenção autônoma, onde a metodologia WCM prega que os pilares de AM (manutenção autônoma) e PM (manutenção profissional) devem andar juntos para a sustentabilidade dos mesmos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAN. Página eletrônica: <http://www.abraman.org.br/>. Acesso em 10 dez. 2015.

CORTEZ, P. R. L. **Análise das Relações entre o Processo de Inovação na Engenharia de Produto e as Ferramentas do WCM: Estudo de Caso Em Uma Empresa do Setor Automobilístico**. XXX ENGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo. 2010.

ABCM (Curitiba, PR). XXVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica. **IMPLEMENTAÇÃO DO PILAR DE MANUTENÇÃO PROFISSIONAL PERTENCENTE A METODOLOGIA WCM EM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO AUTOMÁTICO**. Universidade Federal do Paraná, 2021. Disponível em: http://www.sistema.abcm.org.br/articleFiles/download/29554.

SILVA, K. F. N.; ABREU, A. P.; SEIXAS, I. B. L.; ALMEIDA, T. S. Análise dos Benefícios e Dificuldades da Implementação do World-Class Manufacturing a partir de Evidências da Literatura. XL ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Foz do Iguaçu, PR, p. 1-13, 23 out. 2020. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_342_1751_41070.pdf. Acesso em: 9 maio 2022.

FELICE, F. de; PETRILLO, A.; MONFREDA, S. **Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A case in Automotive Industry**. Operations Management, Itália, 2013. Disponível em: shorturl.at/mBT02. Acesso em: 05 Jul. 2015.

FLORES, R. E; FARACO, N. N. T; BOND, D. **Proposta de metodologia para Construção da ferramenta de análise de falhas no contexto do WCM (World Class Manufacturing).** XXXVI ENGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa. 2016.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007

LAUBE, L. F. T.; DUARTE, M. S.; CAFÉ, R. A. B. S.*; COSTA, J. F. da. **Aplicação da metodologia WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) com foco no pilar workplace organization (WO) em um posto de montagem**. 2015. 13 f. Trabalho cientifico – São Cristovão/SE.

COSTA, L. M. C. **AUMENTO DA PRODUTIVIDADE ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) COM FOCO NO PILAR WORKPLACE ORGANIZATION (WO) EM UMA LINHA DE MONTAGEM DO SETOR AUTOMOTIVO DE PERNAMBUCO**. UFRPE, 2020. Disponível em: https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2526/1/TCC_art_%20La%C3%ADsMartinscCorreia%20da%20Costa.pdf.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.

MALHOTRA, N.; ROCHA, I.; LAUDISIO, M.C. **Introdução à Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

MARCHWINSKI, Chet; SHOOK, John. **Léxico Lean:** Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. 2. ed. São Paulo: Compilado pelo Lean Enterprise Imstitute, 2007.

MELLO, C. H. P. **Guia para Elaboração de Monografia e TCC em Engenharia de Produção**. São Paulo: Atlas, 2015.

MONCHY, F. **A Função Manutenção – Formação da Manutenção Industrial**. São Paulo: Editora Durban, 1987. 424 p.

PEREIRA, Mário Jorge. **Técnicas Avançadas de Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2010. 80 p.

PEREIRA, Pedro Miguel de Sá. **Planos de Manutenção Preventiva: Manutenção de Equipamentos Variáveis na BA Vidro**, SA. 2009. 89f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto Iman, 2010.

SCHONBERGER, Richard J. **World Class Manufacturing: The lessons of cimplicity applied**. The Free Press, Nova York, p. 1-17, 1986.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

VIANA, H. R. G. **PCM - Planejamento e controle de manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2002. 167 p.

VIEIRA, V. A. **As tipologias, variações e características da pesquisa de marketing**. Revista da FAE: Curitiba, 2002

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.

YAMASHINA, H. G. S. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**, Belo Horizonte p. 237-278, 1998.

YAMASHINA, H. **Japanese manufacturing strategy and the role of total productive maintenance**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 1, n. 1, p. 27 – 38, 1995.

YAMASHINA, Hajime. **WCM Introdução**. Material interno da empresa em estudo, 2014.

ANEXO A – MASTER PLAN DO STEP 0

MASTER PLAN - PM

STEP	ATIVIDADES	RESPONSÁVEL	DATA PLANEJADA	DIFICULDADE PARA DAR CONTINUIDADE	DATA FINALIZADA	OBSERVAÇÃO
Step 0	Definição do time de PM				OK	
Step 0	Primeiro radar do time de PM					
Step 0	Classificação das áreas (AA, A, B e C)				OK	
Step 0	Definição da área modelo através do Cost Deployment (CD)					
Step 0	Definir Fluxo de Manutenção e de Lubrificação					
Step 0	Gestão das peças de reposição de manutenção (em geral)					
Step 0	Organização da documentação técnica				OK	
Step 0	5S no Box da manutenção e de lubrificantes					
Step 0	Gestão da lubrificação por cores e símbolos (montar calendário de lubrificação, identificar todos os pontos de lubrificação e monitoramento/executar)					
Step 0	Estabelecer sistema de gestão e analise das quebras (Formulário de EWO, reuniões periódicas, etc.). Começar analisar todas as quebras da fabrica através do EWO.					

Fonte: Material fornecido pela empresa

ANEXO B – DOCUMENTO DA GESTÃO DE LUBRIFICANTES

Prioridade	Descrição	Local da atividade a ser executada	Quem	Quando	Condição da máquina	Tempo (min.)	Região LAYOUT	COMO	RESULTADO ESPERADO
A	Válvula de alimentação de ar comprimido e botão de Emergência	Botões de Emergência e Regristros de Ar	Operador da Envelopadora	Diário	Trabalhando	1	1	Dezenergizando o equipamento, acionando os botões de emergência e fechando as alimentações de ar comprimido.	Máquina parada.
A	Cabeçote	Rolo de metal	Operador da Envelopadora	Semanal	Parada	10	2	Retirar o rolo de metal com a chave allen 3/16", aplicar óleo anticorrosivo [011483], limpar com etopa e librificar com graxa EP22 [011183], após isso colocar no equipamento ajustando da forma correta dos parafusos.	Limpo, sem travamento e ajustado.
		Rolamento	Operador da Envelopadora	Semanal	Parada	10	3	Limpar o pino graxeiro do mancal com toalha industrial e aplicar graxa EP2 [011183] até expulsar a antiga, após isso retirar o excesso.	Fixos, demarcados e lubrificado.
		Pino do rolo de metal	Operador da Envelopadora	Semanal	Parada	10	4	Usando uma chave allen de 3/16" retire o parafuso de fixação do pino de apoio do rolo de metal para retirar o mesmo, limpar com óleo [011483], verificar tensionamento da mola, lubrificar com graxa líquida [011182], verificar condições do parafuso de fixação, se necessário substituir cód. 008629.	Limpo, lubrificado e tensionado.
A	Lançadeira	Lançadeira	Operador da Envelopadora	Semanal	Parada	15	5	Retirar a lançadeira desmosqueando os parafusos borboleta, desmontar a base de apoio da placa com a chave 5/32" inspecionando os destastes dos parafusos ou da base, limpar ccom espátula e lubrificar com película seca cod. [011305].	Limpa, sem desgates ou empeno.
		Rolamento	Operador da Envelopadora	Semanal	Parada	3	6	Limpar o pino graxeiro do mancal com toalha industrial e aplicar graxa EP2 [011183] até expulsar a antiga, após isso retirar o excesso.	Fixos, demarcados e lubrificados.

REGIÃO LAYOUT

Fonte: Material fornecido pela empresa

ANEXO C – MACHINE LEDGER

MACHINE LEDGER

Decomposição Geral de Componentes

NOME DA PLANTA: UNIDADE 01
ANO DO CALENDÁRIO: 2015
LINHA: LINHA DE MONTAGEM 01
OPERAÇÃO:
EQUIPAMENTO: ENVELOPADORA 1
CLASSIFICAÇÃO: A

Árvore de Decomposição | Machine Ledger

Dividir Componentes Classe A e B (qtd.>1)

ESPECIALIDADE	CONJUNTO	SUB-CONJUNTO	NORMAL	COMPONENTE	QTDE.	Classe	Desenho / Localização	Localização Almoxarifado	Fornecedor	Descrição da Atividade
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		MANCAL DOS ROLOS DE BORRACHA SUPERIOR E TENSOR		A	003285		ITP	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		MANCAL ROLO IMPACTO		A	003286		ITP	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ROLO TENSOR		A	004685		PLASTIFREME	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ROLAMENTO ROLIMAX 205/I6		A	004618		ABECOM	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		MOLA DANLY		B	003416		MOLDANLY	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		PARAFUSO SEXTAVADO 3/8" X 1		A	003972		ESPERANÇA NE	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		GRAXEIRO		C	011191		KMS SOLUÇÕES	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		PARAFUSO ALLEN C/E 1/4" X 1"		B	003828		ESPERANÇA NE	REALIZADO PELA MANUTENÇÃ
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		PORCA SEXTAVADA 1/2" 13 FIOS		B	022393		ESPERANÇA NE	REALIZADO PELA MANUTENÇÃ
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		PARAFUSO ALLEN 6 X 10MM		B	003793		ESPERANÇA NE	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		EIXO DO ROLO TENSOR DE TRAÇÃO DO SEPARADOR		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		EIXO ROLO TENSOR APOIO		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO conferir	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ROLO DE LAMINA		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		PARAFUSO ALLEN 5/16" X 3/4" FIXAR LAMINAS		B	003761		-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		EIXO ROLO LAMINA		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ROLO IMPACTO		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		EIXO ROLO IMPACTO		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		MANOPLA COM FUSO DE AJUSTE (FUSO 1/2" 13 FIOS)		B	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		PORCA SEXTAVADA 1/2" 13 FIOS		B	022393		-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		EIXO INFERIOR ROLO BORRACHA		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		EIXO SUPERIOR ROLO BORRACHA		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ENGRENAGEM COSTURA		A	011017		ITP	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		PARAFUSO ALLEN 5/16" X 1/2" FIXAR ENGRENAGEM DE COSTURA		B	003755		ESPERANÇA NE	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ABRAÇADEIRA ENGRENAGEM DE COSTURA		B	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ROLO BORRACHA		A	023498		PLASTIFREME	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		MANCAL ROLO INFERIOR		C	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		BASE DE FIXAR MOLA DANLY		C	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		BASE FIXAR ROLO IMPACTO		C	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		LATERAL CABEÇOTE		C	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		LÂMINA DE CORTE		A	003113		ITP	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		LÂMINA DE VINCO		A	013573		MOYNOFAC	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ROLO DE APOIO (METAL)		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ROLAMENTO ROLO APOIO		A	004451		ABECOM	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		MOLA DO PINO TENSOR		B	039098	ALMOXARIFADO	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		DEFLETOR INTERNO		B	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		DEFLETOR INFERIOR		B	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ESPUMA FORM TAPE		B	011047		ITP	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		PINO DE APOIO DO ROLO DE METAL		B	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		ALAVANCA DO ROLO TENSOR		B	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
CABEÇOTE	CABEÇOTE	CABEÇOTE		GUIA DO SEPARADOR		B	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
ALIMENTADOR	ALIMENTADOR	ALIMENTADOR		APOIO DE PLACA		C	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
ALIMENTADOR	ALIMENTADOR	ALIMENTADOR		CHAPA DE APOIO DA QUEDA DE PLACA		B	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO não tem	-	
ALIMENTADOR	ALIMENTADOR	ALIMENTADOR		CORRENTE C-2040 DOS ALIMENTADORES		A	014811		USIBELT	
ALIMENTADOR	LANÇADEIRA	LANÇADEIRA		CHAPA DE TARUGO		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO	-	
ALIMENTADOR	LANÇADEIRA	LANÇADEIRA		CARRETEIS		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO	-	
ALIMENTADOR	LANÇADEIRA	LANÇADEIRA		HASTE CROMADA		A	ITEM CONFECCIONADO	ITEM CONFECCIONADO / USINADO	-	

Fonte: Material fornecido pela empresa