

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA
METOLOGIA TPM EM EMPRESA DE
BENEFICIAMENTO DE VIDROS PLANOS**

GABRIEL OLIVEIRA FIUZA

CRUZ DAS ALMAS

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA
METOLOGIA TPM EM EMPRESA DE
BENEFICIAMENTO DE VIDROS PLANOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade do Recôncavo da Bahia como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Vânio Vicente Santos de Souza

Autor: Gabriel Oliveira Fiuza

CRUZ DAS ALMAS

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

AGRADECIMENTOS

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE SIGLAS.....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. OBJETIVOS	14
1.1.1. Objetivo Geral	14
1.1.2. Objetivos Específicos	14
1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1. História da Manutenção	16
2.2. Evolução da Manutenção.....	18
2.3. Tipos de Manutenção.....	22
2.3.1. Manutenção Corretiva	23
2.3.2. Manutenção Preventiva	25
2.3.3. Manutenção Preditiva.....	27
2.3.4. Manutenção Detectiva	28
2.3.5. Engenharia da Manutenção	29
2.4. Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)	29
2.5. Manutenção Produtiva Total (TPM).....	32
2.5.1. Conceitos	32
2.5.2. As 6 Grandes Perdas.....	33
2.5.3. Quebra zero.....	34
2.5.4. Os 8 Pilares.....	35
2.5.5. As 12 Etapas de implementação do TPM.....	36
3. METODOLOGIA	39
3.1. As 12 etapas de implementação.....	39
3.1.1. 1ª Etapa: Declaração oficial da decisão da Diretoria pela implementação do TPM	39
3.1.2. 2ª Etapa: Educação, treinamento e divulgação do início da implementação.....	40
3.1.3. 3ª Etapa: Estruturação das equipes de multiplicação e implementação	40

3.1.4.	4ª Etapa: Estabelecimento da política básica e metas do TPM	41
3.1.5.	5ª Etapa: Elaboração do plano diretor para implementação do TPM.....	42
3.1.6.	6ª Etapa: Lançamento do projeto empresarial TPM.....	42
3.1.7.	7ª Etapa: Sistematização para melhoria do rendimento operacional.....	42
3.1.8.	8ª Etapa: Estruturação da manutenção por iniciativa própria.....	43
3.1.9.	9ª Etapa: Estruturação da manutenção programada pelo departamento de manutenção.....	43
3.1.10.	10ª Etapa: Treinamento para melhoria no nível de capacitação da operação e da manutenção.....	44
3.1.11.	11ª Etapa: Estruturação de controle da fase inicial de operação dos equipamentos.....	44
3.1.12.	12ª Etapa: Aplicação total do TPM	45
3.2.	Implementação do Pilar de Manutenção Autônoma.....	45
3.2.1.	Limpeza Inicial	46
3.2.2.	Eliminar fontes de sujeira e áreas difíceis de limpar e inspecionar.....	50
3.2.3.	Criar e manter um padrão de limpeza, inspeção e lubrificação.....	54
3.2.4.	Passos não comentados.....	57
3.3.	Implementação do pilar de Manutenção Planejada	57
3.3.1.	Avaliar os equipamentos e entender a situação atual	58
3.3.2.	Restabelecer a deterioração e melhorar os pontos fracos	61
3.3.3.	Construir um sistema de gestão de informações	65
3.3.4.	Passos não comentados.....	67
3.4.	Indicadores de manutenção.....	67
3.4.1.	MTBF	67
3.4.2.	MTTR.....	68
4.	ESTUDO DE CASO	69
4.1.	A empresa	69
	MISSÃO.....	69
	VISÃO.....	69
	VALORES	69
4.2.	Organograma operacional.....	69
4.3.	Setores.....	69
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	78
5.1.	Plano diretor.....	78
5.2.	Manutenção Autônoma.....	79

5.2.1.	Limpeza Inicial	79
5.2.2.	Eliminar fontes de sujeira e áreas difíceis de limpar e inspecionar	88
5.2.3.	Criar e manter um padrão de limpeza, inspeção e lubrificação	91
5.3.	Manutenção Planejada	94
5.3.1.	Avaliar os equipamentos e entender a situação atual	95
5.3.2.	Melhorar os pontos fracos na manutenção	100
5.3.3.	Definição de Plano de Manutenção Preventiva	102
5.3.4.	Sistema de informações de manutenção	102
6.	CONCLUSÕES	104
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Evolução dos Teares Mecânicos. (a) Spinning Jenny, 1794; (b) Water Frame, 1769; (c) Mule, 1779; (d) Tear Mecânico, 1785. Fonte: Portal Educação, 20/11/18.</i>	16
Figura 2: Curva da Banheira. Fonte: www.manutencaoemfoco.com.br . Acesso em: 09/12/2018, às 13:41.....	20
Figura 3: Manutenção Corretiva Não Planejada. Fonte: Kardec & Nascif (2009). Adaptado.	24
Figura 4: Manutenção Preventiva. Fonte: Kardec & Nascif (2009). Adaptado.	26
Figura 5: Tipos de Manutenção. Fonte: Kardec & Nascif (2009) Adaptado.	29
Figura 6: Organograma de organização de uma fábrica. Fonte: Viana (2002). Adaptado.....	30
Figura 7: Os 8 Pilares do TPM. Fonte: Kardec & Nascif(2009). Adaptado.....	35
Figura 8: Hierarquia empresarial com relação ao TPM. Fonte: Nakajima (1984) Adaptado. .	41
Figura 9: Lista de anomalias identificadas e registradas.	49
Figura 10: Lista de Fontes de Sujeira.	49
Figura 11: Lista de locais de difícil acesso à limpeza e inspeção.....	49
Figura 12: Padrão provisório de registro de limpeza.....	50
Figura 13: Modelo de Controle de Execução do Plano de Limpeza.	50
Figura 14: Plano de ações unificado utilizando a ferramenta do 5W1H.	53
Figura 15: Modelo de Plano de Inspeções.....	54
Figura 16: Modelo de sistema de lubrificação.....	56
Figura 17: Modelo de plano de lubrificação.....	56
Figura 18: Modelo de classificação de máquinas.....	60
Figura 19: Modelo de fluxograma de classificação das máquinas.	60
Figura 20: Modelo de tabela de nível de gravidade.....	61
Figura 21: Ponte Rolante.	70
Figura 22: Classificador de Colares.....	70
Figura 23: Carregador Bilateral.....	71
Figura 24: Mesa de Corte Automático.	71
Figura 25: Lapidadora PC – 600.....	72
Figura 26: Lapidadora LC8.	72
Figura 27: Lapidadora Bottero 110 FC.....	73
Figura 28: Lapidadora Modelada.	73
Figura 29: Lixadeiras de Cinta.	74

Figura 30: Esmerilhadeiras.....	74
Figura 31: Furadeiras.....	75
Figura 32: Escareador e Serras Circulares.....	75
Figura 33: (a) Lavadora 1 e (b) Lavadora 2.....	76
Figura 34: Forno.	77
Figura 35: Ventilador.....	77
Figura 36: Plano diretor da implementação do TPM na TVT.....	78
Figura 37: Etiqueta referente ao setor de Manutenção.	82
Figura 38: Etiqueta referente à Operação do setor.	82
Figura 39: Situação atual de máquinas da TVT. (a) Estrutura da Lapidadora LC8. (b) Dreno e manômetro da Lapidadora Modelada.	84
Figura 40: Lista de registro de anomalias.....	86
Figura 41: Lista de fontes de sujeira TVT.....	86
Figura 42: Lista de locais de difícil limpeza e inspeção TVT.....	86
Figura 43: Controle de etiquetas TVT.....	87
Figura 44: Padrão provisório de limpeza - TVT.....	87
Figura 45: Plano de inspeção TVT.....	90
Figura 46: Pontos de Lubrificação de Furadeira da TVT.....	92
Figura 47: Identificação de pontos de rolamentos através de padrão de cores.....	93
Figura 48: Plano de Lubrificação TVT.....	94
Figura 49: Modelo de Tag.	96
Figura 50: (a) Antes do início do programa 5S; (b) Programa 5S em andamento.	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução da Manutenção. Fonte: Kardec e Nascif (2009).....	18
Tabela 2: As 6 Grandes Perdas. Fonte: Kardec & Nascif (2009). Adaptado.	33
Tabela 3: Etapas de Implantação do TPM. Fonte: Tavares (1999).	37
Tabela 4: Habilidades referentes às atividades da Manutenção Autônoma.	45
Tabela 5: Atividades necessárias para a realização da Limpeza Inicial.	47
Tabela 6: Atividades do passo 2 da implementação da Manutenção Autônoma.	50
Tabela 7: 5W1H - Itens e questionamentos.....	52
Tabela 8: Atividades e especificações do Passo 3.	55
Tabela 9: Fases da implementação do pilar de Manutenção Planejada.....	57
Tabela 10: Atividades e especificações do passo 2.	61
Tabela 11: Atividades 5S.....	63
Tabela 12: Grupos de Manutenção Autônoma e Componentes.	79
Tabela 13: Objetivos dos Grupos MA.	80
Tabela 14: Definição de grupos e respectivas áreas de limpeza inicial.....	83
Tabela 15: Áreas difíceis de inspecionar e suas possíveis soluções.	89
Tabela 16 : Códigos de método de inspeção e condição do equipamento.	91
Tabela 17: Tags de setores.....	95
Tabela 18: Resultados da manutenção em 2018 na Transforme Vidros Temperados.....	96
Tabela 19; Quantidade de paradas e tempo de paradas das máquinas da TVT.....	96
Tabela 20: Classificação ABC de máquinas.....	97
Tabela 21: Níveis de gravidade de falhas por máquinas.	97
Tabela 22:MTTR de máquinas da TVT.	98
Tabela 23: MTTR de máquinas da TVT.	99
Tabela 24: Custo de manutenção anual de máquinas da TVT	99

LISTA DE SIGLAS

JIPM

KPI

TVT

MP

MA

TPM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

ESTUDO DE CASO: IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA METODOLOGIA
TPM EM EMPRESA DE BENEFICIAMENTO DE VIDROS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO

Por algum tempo, ter um setor com a função manutenção era associado a problemas como desperdício de dinheiro, de tempo e de mão de obra dentro de uma fábrica, porém com o aumento da competitividade entre as empresas, esse paradigma foi rapidamente sendo quebrado, pois os proprietários de empreendimentos de grande, médio e pequeno portes deixaram de ver a manutenção como um mal necessário e começaram a vê-la como uma ação estratégica visando sempre a melhoria de seus processos através da economia de recursos, tempo e mão de obra, ou seja, a manutenção, com o decorrer do tempo, quebrou os preconceitos com os quais era associada usualmente.

O termo *manutenção* é definido no dicionário Aurélio como “*medidas necessárias para a conservação ou a permanência de alguma coisa ou de uma situação*” ou ainda “*os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas*”. Na NBR 5462:1994, a manutenção é definida como “*a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida*”. Sendo assim, é possível inferir de forma simplificada que a manutenção em máquinas e equipamentos industriais é o conjunto de esforços feitos para manter os componentes em perfeito funcionamento de uma maneira que desempenhem a função pré-estabelecida com êxito.

Com o avanço das tecnologias e com a amadurecimento da mentalidade gerencial nas empresas, a manutenção vem ganhando com o decorrer do tempo diversas ramificações ou tipos, onde cada um tem uma metodologia diferenciada de como desenvolver soluções para problemas de paradas de máquinas e equipamentos. Mas, para entender como a manutenção evoluiu no decorrer das décadas, é preciso analisar como era realizada em cada etapa dentro de todos esses anos.

Manutenção é um termo quase que em sua totalidade sempre é associado à máquinas e equipamentos industriais, e sendo assim, temos que a mesma passou a se tornar efetivamente presente na humanidade a partir da Primeira Revolução Industrial por volta dos anos 1800, onde os processos de manufatura passaram a ser mecanizados e os proprietários das máquinas passaram a voltar mais sua atenção à preservação dessas, pois o investimento era alto, o que tornava necessário maior cuidado com os bens.

Ao passar dos anos, novas necessidades de manutenção começaram a ser identificadas, alterando algumas práticas utilizadas, para conceitos mais avançados, como por exemplo, temos que até a Segunda Guerra Mundial, a Manutenção Corretiva, onde só se conserta a máquina se está quebra, era a forma principal de preservação de equipamentos industriais. Porém com o aumento da produção em massa e da mecanização das indústrias, a Manutenção Corretiva já não atendia as necessidades de maneira satisfatória, sendo necessária uma mudança na forma de fazer manutenção. A partir daí, as empresas começaram a buscar uma maior produtividade, e para isso, precisavam ter uma redução de falhas nas suas máquinas, e também uma redução nos seus custos de manutenção, e sendo assim, a Manutenção Preventiva, que é prevenir que a máquina falhe através de ações como a lubrificação, começou a ser mais utilizada pelas indústrias.

Com a evolução constante do mercado e com o aumento das demandas para as empresas, o aprimoramento da manutenção sempre foi necessário, surgindo a Manutenção Preditiva (técnicas para diagnósticos de falhas) e logo após tipos de manutenção que integram técnicas de gestão e qualidade, afloraram, como a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) e a Manutenção Produtiva Total (TPM).

O foco principal do presente trabalho é a utilização do TPM para melhorias na manutenção e no processo de uma empresa de beneficiamento de vidros. O TPM é um modelo que integra conceito de gestão e qualidade com o objetivo principal de buscar a eficiência máxima do sistema produtivo, eliminando desperdícios através do desenvolvimento humano e da relação homem-máquina.

1.1.OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Elaborar projeto de proposta de implementação de metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total), focada nos pilares de Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada com o intuito de diminuir desperdícios na produção e na manutenção da empresa Transforme Vidros Temperados.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Desenvolver planos de manutenção corretiva e preventiva para as máquinas presentes na fábrica;
- Desenvolver método de análise de KPI's (*Key Performance Indicator*) das máquinas e equipamentos;

- Elaborar proposta de manutenção autônoma para operadores;
- Desenvolver sistema de gestão da manutenção.

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho se divide em 5 seções: introdução, revisão de literatura, metodologia, resultados e discussões, e conclusões.

A seção 1 é a introdução, que apresenta brevemente o que será abordado no trabalho de forma geral, justificando a realização do mesmo e ressaltando os objetivos que pretende-se cumprir.

A seção 2 é a revisão bibliográfica, que é o resultado de todas as pesquisas feitas para o desenvolvimento do trabalho que servem para embasar o leitor antes de se aprofundar no tema.

A seção 3 é a metodologia, que mostra quais foram os métodos utilizados para o desenvolvimento dos resultados do presente trabalho.

A seção 4 são os resultados e as discussões, que apresentam tudo que foi obtido adaptando-se a metodologia proposta, discutindo e justificando cada ponto apresentado da proposta e dos resultados já obtidos.

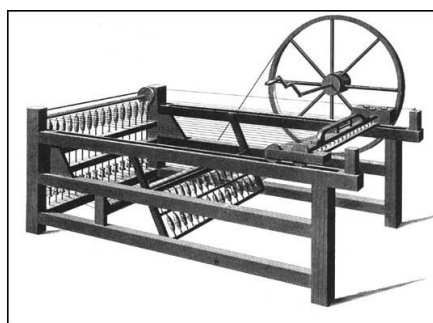
Na seção 5 são apresentadas todas as conclusões relacionadas ao desenvolvimento do presente trabalho, unindo resultados e metodologia no intuito de determinar se os procedimentos desenvolvidos foram satisfatórios.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.História da Manutenção

Desde que as atividades de processos produtivos começaram a necessitar da utilização de equipamentos especializados e ferramentas elaboradas, a atividade manutenção passou a se fazer presente na evolução da humanidade, pois com o passar do tempo, a demanda aumentava e esses equipamentos começavam a ser mais exigidos, e criando assim, a necessidade de evitar ao máximo que eles parassem de funcionar ou fossem improdutivos.

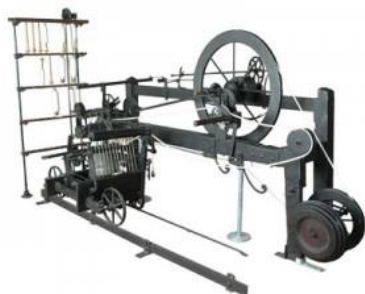
Segundo Viana (2002), a manutenção industrial passou verdadeiramente a ser parte essencial do processo produtivo com o surgimento dos primeiros teares mecânicos, que são representados na Figura 1, no século XVI. Este advento de novos processos produtivos, se deu por conta do decréscimo da produção artesanal, e fim de um sistema econômico feudal, segundo Viana (2002) dando início a coexistência de formas diversas e contrárias de produção.



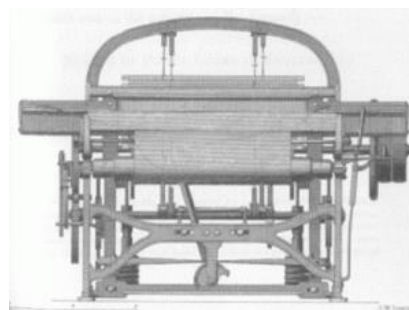
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 1: Evolução dos Teares Mecânicos. (a) Spinning Jenny, 1794; (b) Water Frame, 1769; (c) Mule, 1779; (d) Tear Mecânico, 1785. Fonte: Portal Educação, 20/11/18.

Apesar de passar a se tornar importante nos simples processos produtivos que foram pioneiros na expansão de um sistema de produção em massa, a manutenção ainda não era vista como relevante pelos produtores. Porém, segundo Costa (2013), com a Primeira Revolução

Industrial, que aconteceu no século XVIII, a manutenção, aliada a um grande avanço tecnológico, cresceu dentro das indústrias, pois era uma alternativa promissora para garantia da continuidade do trabalho. Segundo Wyrebski (1997), ao emergir, a função manutenção era tarefa dos operadores, pois estes eram capacitados pelos projetistas das máquinas para operarem e consertarem as máquinas, e somente com o advento dos motores elétricos e máquinas movidas por estes, que a função de mantenedor foi separada da função operador.

A partir do ano de 1914, com o advento do Fordismo e com o início da Primeira Guerra Mundial, a manutenção passou a ter um papel totalmente essencial na atividade industrial, pois, com o sistema de produção em massa criado por Henry Ford, o maquinário disponível passou a ser exigido para altas demandas, ou seja, a carga de trabalho era maior que a anteriormente utilizada nas indústrias. Segundo Filho (2008), as linhas de montagem introduzidas por Ford, desencadearam uma demanda por sistemas de manutenção mais ágeis e eficazes, dando origem a manutenção hoje conhecida como corretiva.

Foi em meados do ano de 1950, segundo Togo & Wartman (1993), com o fim da Segunda Guerra Mundial e com a crise vivida pela Toyota Motor Corporation que o Sistema Toyota de Produção (TPS), criado por Taiichi Ohno, foi visto como melhor forma de produzir muito com o mínimo de desperdícios possível, ou seja, ter uma produção enxuta. O tempo de espera causado por quebras de máquinas e por falta de planejamento de manutenção era um grande gargalo na produção, então, segundo Filho (2008), o monitoramento das máquinas e de seu desempenho começou a ser praticado, desencadeando o surgimento da hoje chamada manutenção preventiva.

Segundo Filho (2008), a função manutenção, no período dos anos 50, passou a assumir dentro das empresas, posição igual à função produção, pois começou a surgir certa organização entre manutenções preventivas e corretivas. Porém, mesmo estabelecidas, segundo Campos Júnior (2006), com o início dos registros de históricos de manutenção, vieram à tona os altos custos da manutenção preventiva, e de peças de reposição, sendo assim, necessário um setor dedicado apenas a esta função, surgindo então a Engenharia de Manutenção.

Mesmo com atenção especial dada à função manutenção, os custos ainda se provavam muito altos, gerando resultados negativos na produção e conseqüentemente dando prejuízos para as empresas. Segundo Filho (2008), esta situação apenas começou a melhorar com o avanço tecnológico nas indústrias, ou seja, com a difusão dos computadores e das atividades de TI, pois tornava a análise de falhas uma atividade menos trabalhosa e mais eficiente, dando

origem assim aos conceitos de manutenção preditiva e a área de PCM (Planejamento e Controle de Manutenção), que aliados fizeram emergir a Engenharia da Confiabilidade.

A saúde de uma empresa é primordial, e os métodos do PCM mantinham essa saúde, pois organiza e melhora a manutenção industrial, eliminando o que não é eficiente, e mantendo apenas o que trará benefícios financeiros para a empresa em questão. Com a manutenção bem controlada, as empresas produzem produtos com maior qualidade, em maior quantidade e com preço mais competitivo, mostrando assim que aperfeiçoar os métodos de conservação e extração máxima da capacidade da maquinaria é um objetivo corajoso para as empresas, porém resulta em todas as características do produto final (VIANA, 2002).

2.2.Evolução da Manutenção

Tendo como referência diversas fontes bibliográficas, é possível notar que existem várias linhas do tempo definidas para a evolução da manutenção e suas características em cada época. Por exemplo, os avanços da tecnologia no Japão sempre foram superiores aos avanços no Brasil, sendo assim, a evolução da manutenção é mais avançada na terra dos japoneses. Desta forma, a melhor forma de avaliar como a função manutenção evoluiu no decorrer do tempo é avaliando de forma geral, como fazem Kardec e Nascif (2009) em seu livro: “*Manutenção: Função Estratégica*”.

Segundo Kardec e Nascif (2009), é mais relevante se dividir a evolução da manutenção a partir dos anos 30, pois foi a época onde os avanços industriais se tornaram mais significativos. Sendo assim, a evolução da manutenção pode ser dividida em quatro gerações, como pode ser visto na Tabela 1:

Tabela 1: Evolução da Manutenção. Fonte: Kardec e Nascif (2009).

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO								
	PRIMEIRA GERAÇÃO	SEGUNDA GERAÇÃO	TERCEIRA GERAÇÃO	QUARTA GERAÇÃO				
ANO	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010

Aumento das expectativas em relação à manutenção	-Conserto após falha.	-Disponibilidade crescente; -Maior vida útil do equipamento.	-Maior confiabilidade; -Maior disponibilidade; -Melhor relação custo-benefício; -Preservação do meio ambiente.	-Maior confiabilidade; -Maior disponibilidade; -Preservação do meio ambiente; -Segurança; -Influir nos resultados do negócio; -Gerenciar os ativos.
Visão quanto à falha do	-Todos os equipamentos se desgastam com a idade, por isso, falham.	-Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira.	-Existência de 6 padrões de falhas.	-Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F.
Mudança nas técnicas de manutenção	-Habilidade voltadas para o reparo.	-Planejamento manual da manutenção; -Computadores grandes e lentos; -Manutenção preventiva (por tempo).	-Monitoramento da condição; -Manutenção Preditiva; -Análise de risco; -Computadores pequenos e rápidos; -Softwares potentes; -Grupos de trabalho multidisciplinares; -Projetos voltados para a confiabilidade; -Contratação por mão de obra e serviços.	-Aumento da Manutenção Preditiva e Monitoramento da Condição; -Minimização nas Manutenção Preventiva e Corretiva não Planejada; -Análise de falhas; -Técnicas de confiabilidade; -Manutenibilidade; -Engenharia da Manutenção; -Projetos voltados para a confiabilidade, manutenibilidade e Custo de Ciclo de Vida; -Contratação por resultados.

Na Primeira Geração, que ocorreu no período antes da Segunda Guerra Mundial, é possível observar que a função manutenção era diretamente voltada ao reparo após a falha, ou seja, ocorria predominantemente a manutenção corretiva não planejada. A época que compreendia os anos 40 e meados dos anos 50, foi marcada por indústria pouco mecanizada

(equipamentos e máquinas simplificados e com projetos superdimensionados) e que não tinha como prioridade a produtividade, que alinhadas à visão de “*todos os equipamentos se desgastam com o passar dos anos, vindo a sofrer falhas e quebras*”, acreditavam que era necessário que apenas a habilidade do executante em realizar o reparo preciso, ou seja, dele era apenas exigido as ações de lubrificação, limpeza e conserto das máquinas (KARDEC & NASCIF, 2009).

Como já descrito neste trabalho, a chegada da Segunda Guerra foi avassaladora para a indústria, pois a demanda aumentou em níveis desproporcionais ao que antes era requerido das empresas, fazendo assim com que o maquinário disponível tivesse sua utilização amplificada, forçando tanto o equipamento, que o fazia ter avarias mais frequentemente e mais complexas. Assim, segundo Kardec e Nascif (2009), se dá início à Segunda Geração da evolução da função manutenção, que como se deu no período pós II Guerra, tinha um contingente de mão de obra menor e por consequência houve um aumento na mecanização e na complexidade das instalações industriais, sendo assim, o bom funcionamento das máquinas se tornou essencial para aumentar a confiabilidade e disponibilidade dessas, resultando em uma maior produtividade na indústrias. Como as máquinas, a partir da Segunda Geração, deveriam estar disponíveis maior parte do tempo para produzir, a ideia de evitar que as falhas e quebras ocorressem se tornou um pilar da função manutenção, constituindo assim, o conceito de Manutenção Preventiva (KARDEC & NASCIF, 2009).

De acordo com Moubray (1997), na Segunda Geração houve uma crescente preocupação com a “mortalidade infantil” das máquinas e equipamentos, que levou à crença na Curva da Banheira, que é apresentada na Figura 2:



Figura 2: Curva da Banheira. Fonte: www.manutencaoemfoco.com.br. Acesso em: 09/12/2018, às 13:41.

Como o foco agora estava em evitar que as máquinas falhassem, os custos de manutenção também começaram a se elevar, com relação aos demais custos operacionais. Desta forma, ficou claro que eram necessários sistemas de planejamento e controle de manutenção, que na Segunda Geração, era feito de forma manual, mas também por computadores, que tinham como características serem grandes e lentos. Em frente a tantos custos, tanto de itens físicos quanto operacionais, meios de aumentarem a vida útil dos equipamentos começaram a ser buscados pelos responsáveis pela função manutenção das empresas (KARDEC & NASCIF, 2009).

A década de 70 trouxe consigo um intenso processo de mudança nas indústrias, levando em conta tanto a função manutenção, quanto a função produção, dando início ao que Kardec e Nascif (2009) denominaram de Terceira Geração da Manutenção. Essa época tinha como tendência mundial a utilização do sistema “*just-in-time*”, que se baseia em ter estoques mínimos em produções em andamento, e dessa forma, tornava as paradas de manutenção muito mais indesejadas que nas outras duas gerações, pois pequenas paradas na produção podiam paralisar toda uma fábrica e influenciar diretamente na qualidade dos produtos (KARDEC & NESCIF, 2009).

Segundo Kardec & Nascif (2009), com o crescimento das tecnologias de automação nas indústrias, o efeito das falhas sobre a qualidade do produto final se tornou mais notável, e cada vez mais, essas falhas provocavam sérias consequências com relação à segurança e ao meio ambiente, áreas onde os padrões de exigência começaram a aumentar rapidamente em meados dos anos 70, fazendo com que as empresas que não atendessem à padrões pré-estabelecidos, fossem impedidas de continuar seu funcionamento.

Em paralelo ao que estava acontecendo com relação a automação nas indústrias, Wyrebsky (1997), levanta pontos interessantes com relação ao desenvolvimento da relação homem-máquina, como por exemplo, o aumento de estudos relacionados a incorporação das Ciências Comportamentais à indústria, o que levou à oficialização do TPM na empresa japonesa Nippon Denso em 1971, pois essa metodologia está diretamente alinhada ao comportamento humano no geral, abordando tópicos que antes não eram vistos como relevantes para o desenvolvimento da forma de se realizar a função manutenção.

A Terceira Geração, trouxe consigo um grande aumento das expectativas em relação à manutenção, de acordo com Kardec e Nascif (2009), sendo que estas expectativas consistiam em maior confiabilidade, maior disponibilidade, melhor relação custo-benefício e preservação

do meio ambiente. Para as expectativas serem atingidas, os conceitos e utilizações da manutenção preditiva, da confiabilidade na Engenharia da Manutenção e da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) alinhados ao avanço da informática, permitiram que o planejamento, controle e acompanhamento dos serviços de manutenção fossem desenvolvidos em computadores pequenos e com softwares potentes. Desta forma, os novos projetos passaram a buscar mais confiabilidade, porém esbarravam na falta de interação entre as áreas de engenharia, manutenção e operação, o que fazia que a taxa de mortalidade infantil (falhas prematuras) ainda fosse elevada (KARDEC & NASCIF, 2009).

De certa forma, a Quarta Geração definida por Kardec e Nascif (2009), é quando maioria das expectativas da Terceira Geração começam a serem atendidas, principalmente porque consolida a interação entre as áreas de engenharia, manutenção e operação como fator de garantia de confiabilidade, disponibilidade e Custo de Ciclo de Vida das instalações. Com a Manutenção Centrada na Confiabilidade ainda mais difundida nas empresas classe mundial, a manutenção preditiva e o monitoramento da condição se tornaram pilares da Engenharia da Manutenção, incorporando a prática de análise de falhas com o objetivo de melhorar a performance dos equipamentos e da empresa em questão (KARDEC & NASCIF, 2009).

2.3. Tipos de Manutenção

A função manutenção pode ser dividida em diferentes tipos, variando de como a mesma é aplicada em uma máquina, equipamento ou planta. Segundo Viana (2002), observa-se que há um consenso, com suas devidas alterações, em torno das seguintes categorias de manutenção:

- Manutenção Corretiva;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Autônoma.

Essa variedade de definições, provoca certa confusão na caracterização dos tipos de manutenção, tornando importante uma classificação mais objetiva, desde que, independente das denominações, todos se encaixem em um dos seis tipos listados abaixo (KARDEC & NASCIF, 2009):

- Manutenção Corretiva Não Planejada;
- Manutenção Corretiva Planejada;

- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva;
- Engenharia da Manutenção.

Esta seção do presente trabalho, busca determinar as classificações mais importantes e recorrentes da manutenção através das duas bibliografias anteriormente citadas, pois como a função manutenção é muito ampla, tratar seus tipos de forma objetiva é mais vantajoso, tendo em vista os objetivos deste Trabalho de Conclusão de Curso.

2.3.1. Manutenção Corretiva

De forma geral, a manutenção corretiva acontece quando o reparo é precisa ser feito imediatamente com o objetivo de evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente. É conhecido, de forma popular, como “apagar incêndios”, pois é uma intervenção aleatória, sem definições anteriores (VIANA, 2002).

Segundo Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva não é, necessariamente, uma manutenção de emergência, tendo duas condições específicas que levam ao seu acontecimento:

- a) Desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais,
- b) Ocorrência da falha.

Desta forma, a manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes (KARDEC & NASCIF, 2009):

- Manutenção Corretiva Não Planejada;
- Manutenção Corretiva Planejada.

2.3.1.1. Manutenção Corretiva Não Planejada

Também conhecida como Manutenção Emergencial, caracteriza-se pelo reparo após a falha ou queda de desempenho já ter ocorrido, resultando em tempo limitado de manutenção e custos altos, que são ocasionados por perdas de produção, perda da qualidade do produto final, e elevados custos indiretos de manutenção (KARDEC & NASCIF, 2009).

A Figura 3, representa um gráfico que mostra como se comporta a manutenção corretiva não planejada de um determinado equipamento ou sistema, onde se observa que o tempo até a falha é aleatório e $t_0 - t_1$ é diferente de $t_2 - t_3$ (KARDEC & NASCIF, 2009):

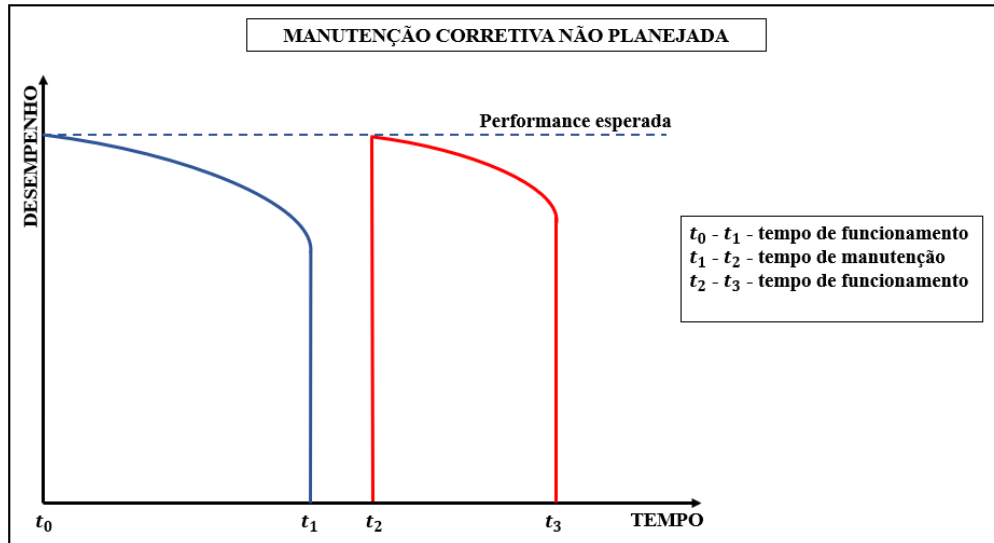


Figura 3: Manutenção Corretiva Não Planejada. Fonte: Kardec & Nascif (2009). Adaptado.

Didaticamente, podemos notar através do gráfico, que a cada manutenção que um equipamento/sistema é submetido, seu tempo de funcionamento até outra falha diminui, e assim por diante, mostrando que a manutenção corretiva, por consequência, começa a diminuir a vida útil dos equipamentos.

2.3.1.2. Manutenção Corretiva Planejada

Segundo Kardec e Nascif (2009), a Manutenção Corretiva Planejada é a correção do desempenho abaixo do esperado de uma máquina/sistema, ou a correção da falha por decisão gerencial, que normalmente se baseia na modificação dos parâmetros de condição levantados através de métodos de manutenção preditiva.

A escolha de adotar a Manutenção Corretiva Planejada parte da gerência da empresa, e tem como principais fatores os presentes abaixo (KARDEC & NASCIF, 2009):

- Alinhamento entre os interesses da produção e as paradas de manutenção;
- As falhas em questão não provocam situações de risco para o pessoal ou para a instalação;
- Melhor planejamento dos serviços;

- Garantia da existência de um estoque de sobressalentes, equipamentos e ferramental;
- Existência de recursos humanos capacitados e com tecnologia disponível capaz de realizar os serviços com rapidez e qualidade.

A gerência empresarial pode decidir por utilizar as máquinas, equipamentos ou componentes até sua falha, porém, com a política da Manutenção Corretiva Planejada adotada, algum planejamento pode ser feito quando essa falha ocorrer, que leva em conta os fatores apresentados acima.

2.3.2. Manutenção Preventiva

Viana (2002), classifica manutenção preventiva como todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, ou seja, em condições operacionais ou em estado de zero defeito. Estes serviços são realizados em espaços de tempo predeterminados ou de acordo com padrões prescritos, com o objetivo de reduzir a probabilidade de problemas, tornando o andamento da produção mais tranquilo e constante.

O estabelecimento de um plano de manutenções preventivas não é tarefa simples, pois nem sempre os fabricantes fornecem dados precisos, e também as condições operacionais e ambientais influem muito na expectativa de desgaste dos equipamentos, fazendo assim com que a definição de periodicidade e substituição devam ser estipulados para cada instalação e plantas operando em condições similares. Sendo assim, a fase inicial de operação se resume a duas situações distintas (KARDEC & NASCIF, 2009):

- Ocorrência de falhas antes de completar o período estimado, pelo mantenedor, para a intervenção;
- Abertura do equipamento/reposição de componentes prematuramente.

A Figura 4 abaixo representa como se dá, teoricamente, o desempenho da manutenção preventiva em equipamentos/sistemas:

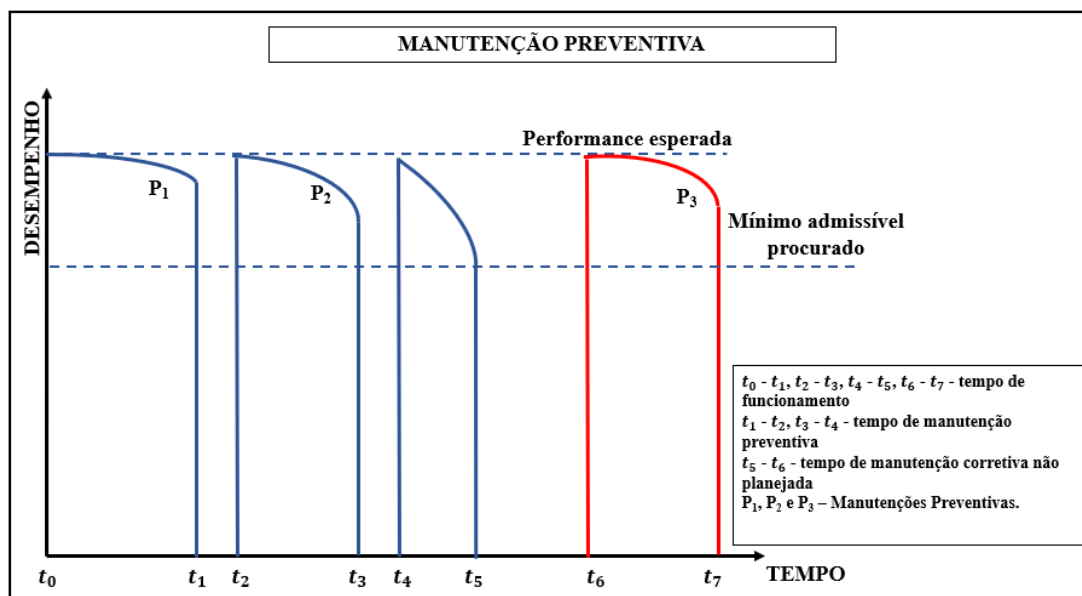


Figura 4: Manutenção Preventiva. Fonte: Kardec & Nascif (2009). Adaptado.

Através do gráfico da Figura 4, temos que os tempos de parada para as manutenções preventivas, em tese são menores que os tempos de parada para as manutenções corretivas não planejadas, e também mantém as máquinas em um ciclo de funcionamento mais constante.

A manutenção preventiva, feita da forma correta e periódica, deve ser o tipo de manutenção principal dentro de uma empresa, ou seja, deve ser o coração das atividades mantenedoras. Inclusos em seus planos, existem inspeções, reformas e trocas de peças, que devem ter caráter obrigatório. Se comparada com a manutenção corretiva, é mais cara, pois as peças e componentes são trocados antes do fim de sua vida útil (Xenos, 1998).

Kardec e Nascif (2009), definem os seguintes fatores determinantes para a adoção da política de manutenção preventiva:

- Quando não é possível a manutenção preditiva;
- Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou da instalação que tornam mandatória a intervenção, normalmente para substituição de componentes;
- Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional;
- Riscos de agressão ao meio ambiente;
- Em sistemas complexos e/ou de operação contínua. Por exemplo: petroquímica, siderúrgica, indústria automobilística, etc.

Apesar de todas as suas vantagens operacionais, existe o ponto negativo que provém da introdução de defeitos não existentes no equipamento devido a (Kardec, et al., 2009):

- Falha humana;
- Falha de sobressalentes;
- Contaminações introduzidas no sistema de óleo;
- Danos durante partidas e paradas;
- Falhas nos procedimentos de manutenção.

2.3.3. Manutenção Preditiva

Segundo Xenos (1998), olhando exclusivamente para os custos de manutenção, observa-se que o método de manutenção preventiva é o mais caro existente, pois as peças e componentes das máquinas são substituídas antes de atingirem a sua vida útil, ou seja, ainda se perde um bom tempo de utilização dessas peças quando estas são trocadas. A manutenção preditiva, por sua vez, se torna mais barata com relação aos custos de manutenção, pois de acordo com Viana (2002), esse método tem como objetivo determinar o tempo correto de intervenção de manutenção das máquinas, evitando inspeções por desmontagem e também utilizando o componente até o máximo de sua vida útil.

A manutenção preditiva (sob condição ou com base no estado do equipamento), é definida, segundo Kardec e Nascif (2009), como *“a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”*. Sendo assim, Viana (2002) explica que são utilizadas técnicas preditivas como ensaios de ultrassom, análise de vibrações mecânicas, análise de óleos lubrificantes e termografia, para monitorar a condição e estabelecer uma ação corretiva para a determinada máquina, que de acordo com Kardec e Nascif (2009), é realizada através de uma manutenção corretiva planejada.

Porém, nem todas as máquinas permitem a implementação de uma técnica de manutenção preditiva, segundo Kardec e Nascif (2009), as condições básicas para a adoção do método preditivo são:

- O equipamento, sistema ou instalação deve permitir algum tipo de monitoramento/medição;

- Deve-se analisar se a aplicação de um método preditivo no equipamento, sistema ou instalação, é viável economicamente;
- As causas das falhas devem ser monitoradas e terem sua progressão acompanhada;
- Deve ser estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico sistematizado;
- Deve-se levar em conta a segurança operacional e pessoal.

A adoção de um sistema de técnicas de manutenção preditiva, reduz significativamente o número de acidentes por falhas “catastróficas” e de falha não esperadas, aumentando a segurança pessoal e operacional, diminuindo o número de paradas inesperadas de produção e aumentando o rendimento da planta (Kardec, et al., 2009).

Com relação aos custos de implementação da manutenção preditiva, é necessário analisar por dois pontos de vista diferentes (Kardec, et al., 2009):

- A acompanhamento periódico é feito através de aparelhos e instrumentos simples de medição que têm custo baixo e o custo de mão de obra não é significativo;
- A instalação de todo o sistema de monitoramento *online* tem um custo inicial alto, sendo estimado em cerca de 1% do capital total do equipamento.

2.3.4. Manutenção Detectiva

A manutenção detectiva é a atuação realizada em sistemas de proteção, comando e controle e tem como objetivo, identificar falhas ocultas ou imperceptíveis ao pessoal de operação e manutenção, como por exemplo, um botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis (Kardec, et al., 2009).

A identificação de falhas ocultas é essencial para a garantia da confiabilidade. A utilização de computadores digitais em instrumentação e controle nos vários tipos de plantas industriais é crescente, e por esse motivo, em sistemas complexos as atividades detectivas devem ser realizadas por pessoal da área de manutenção, treinado e habilitado para tal, assessorado pelo pessoal da operação (Kardec, et al., 2009).

2.3.5. Engenharia da Manutenção

A Engenharia da Manutenção é o suporte técnico da manutenção que está dedicado a consolidar a rotina e implantar a melhoria e que tem como principais atribuições: aumentar a confiabilidade e disponibilidade, melhorar a manutenibilidade, aumentar a segurança, eliminar problemas crônicos, solucionar problemas tecnológicos, aprimoramento de capacitação de pessoal, gerir materiais e sobressalentes, participar de novos projetos junto a engenharia, dar suporte à execução, analisar e estudar falhas, elaborar planos de manutenção e de inspeção fazendo análises críticas, acompanhar indicadores e zelar pela documentação técnica (Kardec, et al., 2009).

A Figura 5 mostra como estão distribuídos os tipos de manutenção de acordo com suas funções e como a Engenharia da Manutenção se encaixa neste contexto:

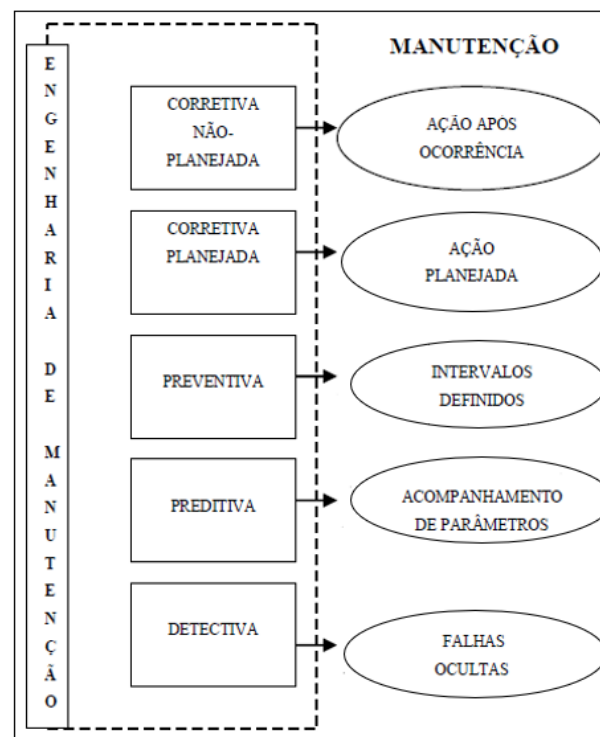


Figura 5: Tipos de Manutenção. Fonte: Kardec & Nascif (2009) Adaptado.

2.4. Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

A área de Planejamento e Controle da Manutenção de uma empresa é encarregada de gerenciar todas as atividades de manutenção que envolvem desde o planejamento e

programação, até a verificação que toma como base padrões pré-existentes. Com a verificação, os resultados obtidos são cruciais para o reparo de desvios e falhas (Branco, 2008).

Segundo Viana (2002), o PCM é uma área de suporte à manutenção, estando diretamente ligado à gerência da manutenção, como pode ser visto no organograma presente na Figura 6:

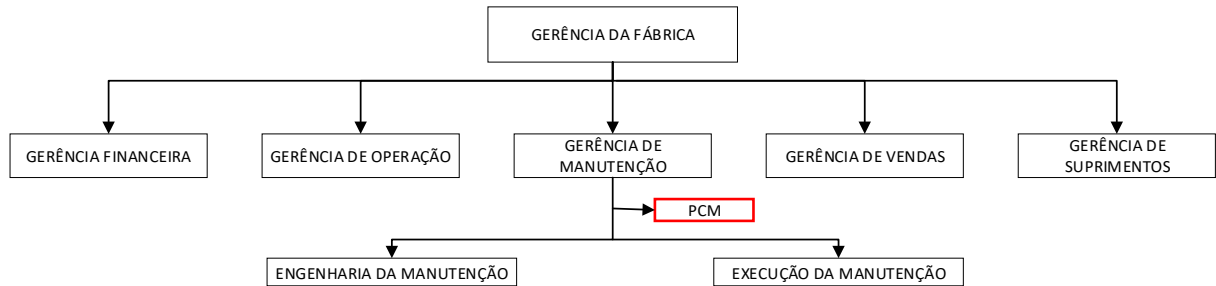


Figura 6: Organograma de organização de uma fábrica. Fonte: Viana (2002). Adaptado.

É comum, nas indústrias, confundir-se o termo Produção com Operação, pois ambos têm relação direta no ato de agregar valor à matéria prima, transformando-a em produto. Porém, segundo Viana (2002), a Produção engloba tanto a função Manutenção, quando a Operação, e desta forma, estas ocupam o mesmo nível hierárquico dentro de uma organização de produção.

O planejamento, a programação e o controle da manutenção em uma organização, segundo Branco Filho (2008), estabelecem o ciclo de gerenciamento da manutenção, pela implementação das atividades listadas abaixo:

- Definir e manter os indicadores de desempenho com os respectivos requisitos de referência, atualizar a documentação técnica dos equipamentos e máquinas e formar a relação de sobressalentes;
- Atualizar planos de manutenção;
- Revisar o cadastro de ordens de serviço sistemáticas relacionadas aos planos de manutenção dos equipamentos e máquinas e respectivas prioridades;
- Manter o sistema em regime de normalidade operacional com objetivo de preparar e conscientizar os colaboradores envolvidos com as atividades de manutenção, para apontamentos e registros das tarefas executadas, incluindo também, o registro das horas de equipamentos e máquinas paradas e causas de avarias;

- Fiscalizar os planos de manutenções sistemáticas e não-sistemáticas oriundas de inspeções ou *check-list*, com todos os informativos necessários para as áreas solicitantes da organização;
- Verificar a organização do almoxarifado, bem como preparar os materiais sobressalentes e o ferramental necessário à execução dos serviços;
- Fazer criteriosa análise dos serviços planejados, das programações e *back-log*;
- Fazer a equalização da mão de obra e estabelecer novas periodicidades para os serviços, em função das verificações e análises de causas e desvios de planejamento;
- Criar histórico técnico estruturado dos equipamentos, máquinas e instalações, com registros de ocorrências planejadas e imprevistas;
- Organizar e analisar dentro de uma periodicidade adequada os relatórios gerenciais de manutenção;
- Proporcionar a orientação dos gerentes e chefes para obtenção de melhores resultados correlacionados à disponibilidade, confiabilidade e produtividade dos equipamentos, máquinas e das equipes de manutenção;
- Fazer acompanhamento e prestar suporte a instalação de novas versões de softwares de gerenciamento e manter as rotinas de integração com outros sistemas;
- Realizar reuniões de conscientização com a participação dos colaboradores para a organização da manutenção e o total comprometimento com os resultados para os níveis: estratégicos, gerencial, tático e operacional.

Segundo Souza (2009), com o surgimento da Manutenção Preventiva, era desembolsado mais com os métodos de diagnósticos de falhas do que com a execução do próprio reparo. Sendo assim, com novas atribuições relacionadas a função manutenção surgindo, a chamada Engenharia da Manutenção passou a ser formada por duas equipes: Equipe de estudo de ocorrências e a equipe do PCM, sendo que a última tem como foco principal o desenvolvimento, a implementação e a análise de resultados dos Sistemas Automatizados de Manutenção.

De acordo com Branco Filho (2008), abaixo são apresentadas algumas dentre as inúmeras vantagens da utilização do PCM nas empresas:

- A melhoria de acesso à informação traz consigo uma grande otimização do tempo produtivo;
- Aumento da produtividade e disponibilidade dos equipamentos através de paradas corretamente planejadas;

- Consolidação e registro de rotinas e padrões de trabalho;
- Levantamento e análise de indicadores;
- Utilização de planos corretivos para o cumprimento das metas.

2.5. Manutenção Produtiva Total (TPM)

2.5.1. Conceitos

A Manutenção Produtiva Total, ou *Total Productive Maintenance* (TPM), tem o objetivo de unificar todos os funcionários da empresa, da diretoria ao chão de fábrica, em torno da manutenção produtiva de todos os setores da empresa (Wyrebski, 1997). De acordo com Fogliatto e Duarte (2009), a TPM tem como diretriz, entender que os colaboradores que utilizam o equipamento, são os que conhecem mais sobre ele, ou seja, elas estão na melhor posição para reparar e modificar, visando aumento de qualidade e de produtividade.

Incorporando características da função manutenção em que os Estados Unidos foram pioneiros, como Manutenção Preventiva, Manutenção do Sistema de Produção, Prevenção da Manutenção, tópicos da Engenharia da Confiabilidade, e Manutenção Preditiva, os japoneses uniram todos esses conhecimentos e tiveram como resultado a metodologia TPM, que aperfeiçoada pelo JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*, ou Instituto Japonês de Implantação de Manutenção), foi implementada na Nippon Denso (que fazia parte do grupo Toyota), no Japão em 1971, e teve seus conceitos trazidos para o Brasil em no ano de 1986 (Wyrebski, 1997).

Segundo Kardec e Nascif (2009), muito fatores socioeconômicos fizeram com que as empresas se tornassem cada vez mais competitivas, pois o mercado exigia que essas se adequassem a certos conceitos, de certa forma obrigando elas a eliminarem seus desperdícios, alcançar a melhor eficiência do equipamento, acabar com paradas na produção por causa de quebras e falhas, revisar o perfil de conhecimento e de competências de colaboradores da manutenção e da produção, e inovar nos padrões de trabalho. Assim, através dos Círculos de Controle de Qualidade (CCQ) e Defeito Zero (ZD), surgiram os seguintes conceitos que se tornaram a base do TPM:

- Autodisciplina de todos;
- Da minha máquina cuido eu;

- Homem, Máquina e Empresa devem estar integrados;
- Todos devem se preocupar com a manutenção dos meios de produção.

A Manutenção Produtiva Total têm uma série de elementos em quais ela se apoia para desenvolver a metodologia na empresa como: mudança cultural, que tem como objetivo otimizar o rendimento geral dos equipamentos, consolidação de um sistema de prevenção de perdas por equipamento e local de trabalho (zero acidente, zero defeito de qualidade e zero quebra), implementação em todos os setores (manutenção, produção, engenharia, desenvolvimento de produtos, vendas, recursos humanos e etc), mentalidade *kaizen* (melhoria contínua) da gerência até o chão de fábrica, e educação e treinamento, que busca cada vez mais capacitar os colaboradores em prol do crescimento da empresa (Fogliatto, et al., 2009).

2.5.2. As 6 Grandes Perdas

Tendo em vista a melhoria da eficiência global do equipamento, a Manutenção Produtiva Total objetiva a eliminação de perdas na linha de produção que prejudicam o desenvolvimento do processo. Diferente do que era tradicionalmente feito, com o TPM o problema é tratado depois da identificação da causa, ou seja, é um sistema mais proativo do que reativo, pois repara o equipamento, corrige as deficiências do operador e o conhecimento do administrador com relação ao equipamento (Wyrebski, 1997).

Segundo Kardec e Nascif (2009), a abordagem de perdas feita pelo TPM está representada na Tabela 2:

Tabela 2: As 6 Grandes Perdas. Fonte: Kardec & Nascif (2009). Adaptado.

As 6 Grandes Perdas	Consequências da Perda	Influência
1. Quebras; 2. Mudança de Linha.	PARALISAÇÃO	Tempo de Operação
3. Operação em Vazio e Pequenas Paradas; 4. Velocidade Reduzida em Relação à Nominal.	QUEDA DE VELOCIDADE	Tempo Efetivo de Operação

5. Defeitos de Produção;	DEFEITOS	Tempo Efetivo de
6. Queda de Rendimento.		Produção

Sendo que, de acordo com Kardec & Nascif (2009):

- Perdas por quebras são ocasionadas por quebras repentinas do equipamento ou por degeneração gradativa que torna os produtos defeituosos;
- Perdas por Mudança de Linha acontecem quando existem mudanças no produto a ser produzido que requerem alterações nas máquinas, regulagens e ajustes necessários;
- Perdas por Operação em Vazio e Pequenas Paradas são ocasionadas por problemas na produção ou nos equipamentos, que precisam da intervenção do operador para que a produção continue normalmente;
- Perdas por Queda de Velocidade de Produção acontecem quando existem condições que levem a trabalhar em uma velocidade menor, como por exemplo, uma máquina desgastada só cumpre sua função corretamente se trabalhar com velocidade 15% menor que a velocidade nominal;
- Perdas por Produtos Defeituosos ocorrem por qualquer tipo de retrabalho ou descarte;
- Perdas por Queda de Rendimento acontecem devido ao não aproveitamento da capacidade nominal das máquinas, equipamentos ou sistemas.

2.5.3. Quebra zero

Levando em conta os 6 grandes desperdícios estabelecidos pela metodologia da Manutenção Produtiva Total, é possível notar uma grande busca por quebra zero, ou seja, os equipamentos devem operar sem falhas e interrupções para alcançar uma melhoria em sua eficiência global. Fica claro também, que a filosofia de quebra zero é impossível de ser alcançada, porém, todos os colaboradores devem seguir este caminho, que se traduz na melhoria contínua da empresa como um todo (Fogliatto, et al., 2009).

Para a obtenção definitiva da quebra zero, Nakajima (2009), afirmam que algumas medidas são fundamentais, como:

- 1- Estruturação das Condições Básicas para a Operação:
 - Limpeza da área, asseio, lubrificação e ordem.
- 2- Obediência às Condições de Uso:
 - Operar os equipamentos dentro das condições e limites estabelecidos.
- 3- Regeneração do envelhecimento:
 - Recuperar o equipamento por problemas de envelhecimento e evitar quebras futuras;
 - Eliminar as causas de envelhecimento dos equipamentos;
 - Restaurar os equipamentos, periodicamente, retornando-os às condições originais;
 - Ter o domínio das anomalias que provocam a degradação dos componentes internos através dos 5 sentidos das pessoas e das técnicas e instrumentos e fornecer as condições das máquinas (vibração, temperatura...);
- 4- Sanar os pontos falhos decorrentes de projeto:
 - Corrigir eventuais deficiências do projeto original;
 - Fazer previsão da vida média através das técnicas de diagnóstico.
- 5- Incrementar capacidade técnica:
 - Capacitação e desenvolvimento do elemento humano, de modo que ele possa perceber, diagnosticar e atuar convenientemente.

2.5.4. Os 8 Pilares

Segundo o JIPM (2008), o desenvolvimento do TPM em uma empresa é feita através de pilares e frentes de gestão, como está retratada na Figura 7 abaixo:



Figura 7: Os 8 Pilares do TPM. Fonte: Kardec & Nascif(2009). Adaptado.

Netto (2008), define os oito pilares apresentados acima da seguinte forma:

- 1- Manutenção Autônoma:** Para alcançar um alto nível de produtividade, os operadores devem ser capazes de realizar a manutenção na máquina que utilizam. Sendo assim, este pilar conscientiza o operador de sua responsabilidade de manter a sua máquina nas melhores condições possíveis, através de limpezas, inspeções e organização da área de trabalho;
- 2- Manutenção Planejada:** Tem como responsabilidade planejar a manutenção de forma geral na empresa. É atribuição do setor de manutenção e é executada pelos mantenedores (mecânicos, eletricitas e etc). Visa o aumento da eficiência global dos equipamentos (OEE);
- 3- Melhorias Específicas:** É o pilar que tem como atribuição o gerenciamento das informações de funcionamento dos equipamentos, através de dados que geram estatísticas que, visando eliminar desperdícios, são utilizadas para desenvolver a melhoria contínua;
- 4- Educação e Treinamento:** É responsável pela capacitação dos operadores, lideranças e mantenedores que participam do TPM. Tem como objetivo principal eliminar perdas por falha humana através de aquisição de habilidades e melhoria de autoestima;
- 5- Manutenção da Qualidade:** Responsável pelo controle da qualidade e gerenciamento do sistema de gestão de qualidade, que atua em conjunto com a gestão da manutenção no intuito de atingir objetivos mutuamente benéficos;
- 6- Controle Inicial:** Consolida a gestão unificada da manutenção, para se obter informações suficientes para manutenção sem deficiências por falta de histórico;
- 7- TPM Administrativo:** É a expansão dos conceitos de TPM para a parte administrativa da empresa, visando otimização, rapidez, qualidade e confiabilidade dos processos;
- 8- TPM – Segurança, Saúde e Meio Ambiente:** Tem como meta o nível zero de acidentes ambientais e de trabalho. É importante devido a obrigatoriedades de operação de uma empresa, através de leis e de requisitos ambientais e de segurança do trabalho, e prevenção de acidentes.

2.5.5. As 12 Etapas de implementação do TPM

Tavares (1999), determina que são necessários 12 passos para a implementação da Manutenção Produtiva Total nas indústrias, como pode ser visto na Tabela 3:

Tabela 3: Etapas de Implantação do TPM. Fonte: Tavares (1999).

Fases	Etapas	Conteúdos
Preparação	1 – Declaração oficial da decisão da Diretoria pela implementação do TPM.	*Uso de todos os meios de comunicação disponíveis.
	2 – Educação, treinamento e divulgação do início da implementação.	*Seminários para gerência média/alta. *Vídeos para os operadores
	3 – Estruturação das equipes de multiplicação e implementação.	*Identificação das lideranças e montagem dos comitês.
	4 – Estabelecimento da política básica e metas do TPM.	*Identificação das grandes perdas e definição dos índices relativos ao PQCDSM
	5 – Elaboração do plano diretor para implementação do TPM.	*Detalhamento do plano.
Introdução	6 – Lançamento do projeto empresarial TPM.	*Convite a fornecedores, clientes e empresas afiliadas.
Implantação	7 – Sistematização para melhoria do rendimento operacional.	* Incorporação das melhorias específicas; * Condução da manutenção preventiva e autônoma; * Educação e treinamento em cascata de todos os envolvidos com a implementação com foco na autonomia da equipe;
	8 – Estruturação da manutenção por iniciativa própria.	*Método de evolução passo a passo, diagnóstico e aprovação.
	9 – Estruturação da manutenção programada pelo departamento de manutenção.	* Manutenção periódica, manutenção preditiva, controle de construções, peças sobressalentes, ferramentas e desenhos.
	10 – Treinamento para melhoria do nível de capacitação da operação e da manutenção.	* Treinamento concentrado dos líderes: treinamento das outras pessoas envolvidas.
	11 – Estruturação do controle da fase inicial de operação dos equipamentos.	* Projeto MP: controle de flutuação na fase inicial: LCC

Consolidação	12 – Execução total do TPM e elevação do nível geral .	* Obtenção de resultados que demonstrem o alcance e a manutenção da excelência em TPM. * Candidatura ao Prêmio de excelência do JIPM.
--------------	--	--

Se as 12 etapas sugeridas pelo JIPM forem seguidas, o período médio de tempo de implementação do TPM está em torno de 3 a 6 meses de fase preparatória, e de 2 a 3 anos para que o estágio de consolidação se inicie (Tavares, 1999).

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente trabalho é uma adaptação dos 12 passos de implementação propostos por Nakajima (1984), abordando mais profundamente as etapas 5, 8 e 9 referentes aos setores de manutenção e produção da Transforme Vidros Temperados.

Apenas 2 pilares da Manutenção Produtiva Total serão desenvolvidos neste trabalho, sendo esses o de Manutenção Autônoma e o de Manutenção Planejada, levando em consideração a metodologia utilizada pela consultoria da Solving Efeso[®] na implementação do TPM no ano de 2013 na empresa MWV Rigesa[®] na unidade presente em Feira de Santana – BA.

Com relação à proposta de implementação do pilar de Manutenção Planejada, foram utilizados conceitos, ferramentas e indicadores de PCM propostos por Herbert Viana em seu livro “*PCM – Planejamento e Controle da Manutenção*” em 2002.

3.1. As 12 etapas de implementação

3.1.1. 1ª Etapa: Declaração oficial da decisão da Diretoria pela implementação do TPM

Nesta etapa cabe à gerência geral da empresa criar um ambiente favorável para a implementação da metodologia TPM, comunicando oficialmente todos os colaboradores e pregando entusiasmo com o projeto a ser iniciado. Nakajima (1984), recomenda que esse comunicado oficial seja feito através de boletins divulgados em murais e também por uma apresentação formal que inclui conceitos, objetivos, benefícios de que se esperam da implementação da Manutenção Produtiva Total e declarações de membros da alta diretoria abordando o que os motivos a implementar a metodologia.

O apoio incondicional da alta diretoria nesta fase é imprescindível para o sucesso do projeto de implementação do TPM, pois esta tem a função de motivar seus colaboradores à abraçarem a autonomia e capacitação que metodologia oferece, resultando, no futuro, em melhorias na empresa não só em um setor, mas nesta como um todo.

3.1.2. 2ª Etapa: Educação, treinamento e divulgação do início da implementação

A educação e treinamento dos colaboradores e a divulgação da metodologia devem começar imediatamente após da declaração oficial de implementação do TPM. A educação proposta pela Manutenção Produtiva Total, busca aumentar a motivação e diminuir a resistência que alguns colaboradores criarão em frente à mudança.

Segundo Nakajima (1984), a resistência ao TPM pode ter as seguintes formas:

- Alguns colaboradores podem preferir a divisão tradicional de trabalho: O operador opera o equipamento, e os mantenedores realizam as manutenções;
- O aumento de responsabilidades de quem trabalha na linha produção, através do TPM, é constantemente confundido com maior carga de trabalho e o setor de manutenção têm dúvidas sobre a capacidade dos operadores em realizar preventivas;
- Nas empresas que o programa de manutenções preventivas é bem-sucedido, os mantenedores duvidam que a Manutenção Produtiva Total traga mais melhorias ao setor.

O treinamento pode ser realizado através de apresentações de slides ou outros materiais visuais, como vídeos, folhetos entre outros. Supervisores e outros gerentes, no intuito de incrementar o treinamento realizado, podem se reunir com pequenos grupos TPM para avaliar as lições aprendidas e qual a eficácia das mesmas.

Para aprimorar a divulgação da Manutenção Produtiva Total, empresas japonesas fazem uso de *banners*, cartazes, letreiros, bandeira e broches com *slogans* do TPM para criar um ambiente positivo dentro do local de trabalho.

3.1.3. 3ª Etapa: Estruturação das equipes de multiplicação e implementação

A estruturação das equipes de multiplicação e implementação TPM deve começar a serem formadas assim que a educação introdutória dos colaboradores foi completadas. A estrutura promocional deve ser formada por grupos horizontalizados, como comitês e equipes de projeto, presentes em cada camada da estrutura organizacional da empresa.

Na Figura 8 é possível notar como os grupos são organizados dentro de uma empresa:

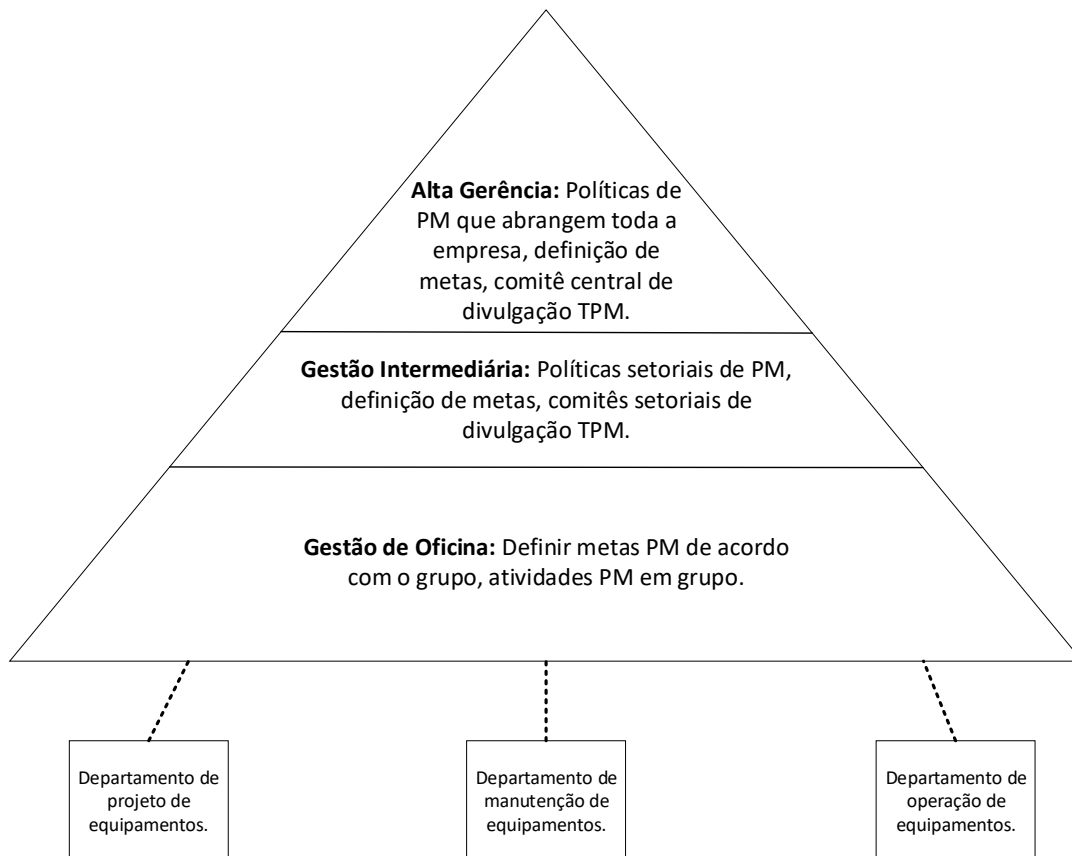


Figura 8: Hierarquia empresarial com relação ao TPM. Fonte: Nakajima (1984) Adaptado.

É importante ressaltar que a integração de todos os grupos presente na Figura 8 é crítica para o sucesso do programa. A JIPM recomenda que exista uma rede de sobreposição de pequenos grupos, da alta diretoria até o chão de fábrica, ou seja, cada líder de grupo é membro de um grupo com um nível superior, favorecendo para a horizontalidade da comunicação entre os grupos e evitando erros e mal-entendidos por causa de desvio de informação.

3.1.4. 4ª Etapa: Estabelecimento da política básica e metas do TPM

Levando em conta que para total consolidação de um programa envolvendo a Manutenção Produtiva Total, são requeridos cerca de 3 anos, a política básica e as metas relacionadas devem sempre estar bem claras e determinadas para todos os envolvidos.

A política básica tem que ser concreta, consistindo em colocações objetivas ou declarações verbais. *“Reduzir perdas acabando com falhas, quebras, defeitos e acidentes, enquanto se aumenta a rentabilidade da empresa e criando um ambiente favorável de trabalho*

para os colaboradores”, pode ser uma política básica a longo prazo determinada pela alta gerência.

Para as metas serem determinadas, a atual situação da empresa deve ser conhecida, ou seja, para se definir onde quer chegar, primeiro deve-se saber onde está. Por isso é de extrema importância que sejam levantados todos os dados relevantes para a implementação do TPM, antes de planos de ações serem estabelecidos.

3.1.5. 5ª Etapa: Elaboração do plano diretor para implementação do TPM

Para o desenvolvimento do TPM, um plano diretor deve ser estabelecido pelas lideranças de promoção do TPM. A agenda diária de divulgação do TPM deve ser incluída, começando com a etapa de preparação antes da implementação.

Os objetivos que se pretende atingir também devem estar presentes no plano diretor ou *Master Plan*, pois desta forma, é possível se ter uma visão geral e objetiva do desenvolvimento da Manutenção Produtiva Total dentro da empresa.

3.1.6. 6ª Etapa: Lançamento do projeto empresarial TPM

É a partir desta etapa que a Manutenção Produtiva Total começa a ser efetivamente implantada. Os colaboradores devem abandonar o jeito tradicional de trabalho e abraçar integralmente a metodologia TPM em seu local de trabalho. O ambiente deve continuar favorável ao desenvolvimento de pessoal, pois assim, a dedicação só aumenta, tornando mais provável o sucesso do programa na empresa.

3.1.7. 7ª Etapa: Sistematização para melhoria do rendimento operacional

Nesta etapa, os equipamentos que têm oferecido um rendimento operacional abaixo do esperado como consequência de perdas crônicas, passarão por melhorias que são desenvolvidas pelos engenheiros, mantenedores, supervisores e pequenos grupos TPM.

Os gerentes devem aplicar as ferramentas que forem necessárias para a realização das melhorias, como por exemplo, a *PM Analysis*, que foi desenvolvida por Kunio Shirose, consultor da JIPM. Em *PM*, temos que o “P” significa “problema” e o “M” significa

mecanismo, ou seja, esta ferramenta foi desenvolvida para resolver problemas apresentar em maquinários, e consiste nos seguintes passos:

- 1- Definir o problema;
- 2- Fazer uma análise física do problema;
- 3- Isolar todas as condições que podem ter sido causa do problema;
- 4- Avaliar equipamento, material e métodos;
- 5- Planejar a investigação;
- 6- Investigar mal funcionamentos;
- 7- Elaborar planos de melhoria.

3.1.8. 8ª Etapa: Estruturação da manutenção por iniciativa própria

A Manutenção Autônoma é um dos pilares principais da Manutenção Produtiva Total, e deve ser iniciado logo após a sexta etapa. Quanto mais tempo de empresa, mais resistentes os colaboradores serão à ideia de realizar manutenções nas máquinas por iniciativa própria, pois desde o início, se acostumaram com o método ultrapassado de trabalho, de que só a equipe de manutenção realiza as manutenções nas máquinas.

Para a estruturação da Manutenção Autônoma, o treinamento dos colaboradores é essencial, pois o passo a passo das manutenções deve ser acompanhado por supervisores, que avaliam os resultados, e que sendo satisfatórios, autorizam o prosseguimento das atividades.

Esta etapa é constituída das seguintes fases:

- 1- Limpeza Inicial;
- 2- Eliminação de fontes causadoras de problemas e de locais de difícil acesso;
- 3- Padronização de normas para limpeza e lubrificação;
- 4- Inspeção geral;
- 5- Inspeção autônoma;
- 6- Arrumação e limpeza;
- 7- Efetivação de autocontrole.

3.1.9. 9ª Etapa: Estruturação da manutenção programada pelo departamento de manutenção

Nesta etapa, com os setores de manutenção e produção tem como objetivo interagir mais ordenadamente, com a manutenção autônoma sendo adotada pela produção, enquanto a manutenção planeja as atividades que serão desenvolvidas.

Para a estruturação da manutenção programada em uma empresa, deve-se primeiramente desenvolver o tradicional planejamento de manutenção, visando maior conservação das máquinas, equipamentos e instrumentos. Técnicas de Planejamento e Controle da Manutenção devem ser utilizadas vigorosamente, pois padroniza e aumenta as chances de um maior controle de tudo que ocorre na manutenção.

Ferramentas utilizadas podem estar dentro das seguintes:

- 1- Tagueamento de máquinas;
- 2- Fluxograma de serviços;
- 3- Ordem de manutenção;
- 4- Tabelamento de materiais para manutenção;
- 5- Estabelecimento de matriz de prioridades;
- 6- Plano de inspeções visuais;
- 7- Roteiros de lubrificação;
- 8- Plano preventivo.

3.1.10. 10ª Etapa: Treinamento para melhoria no nível de capacitação da operação e da manutenção

Esta etapa não deve ser confundida com a segunda etapa, pois não trata mais de conscientizar e educar os colaboradores acerca da metodologia TPM, mas sim, de aprimorar os conhecimentos técnicos e habilidades desses, através de cursos específicos, teóricos e práticos, ou seja, estabelecer a profissionalização da empresa para aumentar os rendimentos.

O treinamento deve ser, deste seu início, encarado com um investimento a médio prazo da empresa, portanto não se deve economizar neste quesito, visto que o retorno é certo.

3.1.11. 11ª Etapa: Estruturação de controle da fase inicial de operação dos equipamentos

Nesta etapa, a pesquisa de inconveniências, imperfeições e incorporação de melhorias é efetivada, tendo como objetivo principal, o aumento do rendimento operacional global.

As melhorias não são feitas apenas em máquinas velhas ou desgastadas, mas também em máquinas novas, onde os conhecimentos adquiridos facilitam a criação de planos que abordem conceito da Prevenção da Manutenção – PM, que objetiva resultados de quebra zero e falha zero nas máquinas.

3.1.12. 12ª Etapa: Aplicação total do TPM

É a última etapa da implementação da Manutenção Produtiva Total, e consiste em avaliar os resultados obtidos através dos passos anteriores, e qual foi a relevância desses para o desenvolvimento da empresa. Completando esta fase, a empresa pode se inscrever para concorrer ao Prêmio PM em excelência de manutenção, oferecido pela JIPM.

3.2. Implementação do Pilar de Manutenção Autônoma

Os principais objetivos que se buscam alcançar ao implementar o pilar de Manutenção Autônoma são os apresentados abaixo:

- 1- Aprimorar o local de trabalho tornando-o mais seguro e mais favorável a uma alta satisfação operacional;
- 2- Reduzir desperdícios através de melhorias no processo;
- 3- Estabelecer a condição básica de funcionamento dos equipamentos;
- 4- Conceber rotinas de controle de processo para o operacional, objetivando uma estabilidade funcional das máquinas e equipamentos;
- 5- Resolução rápida de problemas através da ação realizada pelo operador.

É importante ressaltar que apesar de ter focos como a limpeza inicial, a Manutenção Autônoma não é direcionada apenas à estética das máquinas, pois essa visa resultados diretos na empresa.

Para realizar as atividades necessárias à Manutenção Autônoma, os operadores devem ser treinados para se encaixarem nos seguintes perfis de habilidades presentes na Tabela 4:

Tabela 4: Habilidades referentes às atividades da Manutenção Autônoma.

Atividade	Habilidades
Medir a deterioração das máquinas	*Inspeção diária; *Inspeção periódica; *Controle das condições operativas.
Prevenir a deterioração das máquinas	*Gestão correta; *Definição das condições básicas (limpeza, lubrificação, aperto dos parafusos, etc); *Pequenas reparações; *Registro de anomalias; *Definição das contramedidas com a colaboração dos operadores.
Restabelecer as condições básicas das máquinas	*Imediata identificação das anomalias; *Estudo de medidas contra as anomalias; *Reparações esporádicas.

Dentre os sete passos de implementação do pilar de Manutenção Autônoma, já abordados no item 3.1.8 “8ª Etapa: Estruturação da manutenção por iniciativa própria”, serão utilizadas neste trabalho as etapas de 1 a 3, pois envolvem a questão do planejamento inicial da Manutenção Autônoma.

3.2.1. Limpeza Inicial

A Limpeza Inicial, visa recompor as condições de funcionamento básicas das máquinas, através da eliminação de perdas por falta de limpeza. Esta eliminação de perdas, acontece por meio da orientação aos operadores de como reconhecer e diagnosticar problemas, entendendo que “limpeza é inspeção”. Além disso, esta atividade ensina mais sobre as máquinas aos operadores, que enxergarão facilmente fontes de sujeira.

A Limpeza Inicial é composta por cinco itens:

- 1- Planejar a Manutenção Autônoma;
- 2- Preparar e planejar a limpeza inicial e a colocação de etiquetas;
- 3- Realizar as atividades de limpeza;
- 4- Retirar as etiquetas e promover etiquetagem contínua;
- 5- Introduzir padrão provisório.

Para que o Passo 1 seja conquistado com sucesso, os seguintes objetivos gerais devem ser atendidos:

- Garantir a evidenciar a participação de 80% dos membros dos grupos possíveis no horário das reuniões e a disseminação das informações de forma sistemática para todos os membros do grupo de Manutenção Autônoma;
- Definir os padrões e tempos de limpeza;
- Comprovar a execução dos padrões de limpeza;
- Determinar os padrões de limpeza através de lições de um ponto (LUP's);
- Indicar a lista de Fontes de Sujeira (FS) e de Locais de Difícil Acesso (LDA);
- Comprovar a retirada de 80% das etiquetas;
- Comprovar a capacitação do grupo através da efetivação de pelo menos 90% dos treinamentos individuais definidos na Matriz de Competências, inclusive LUP's.

Os objetivos específicos são:

- Determinar um indicador específico a ser monitorado, por exemplo: número de quebra, MTBF, MTTR...;
- Determinar uma meta de melhoria deste indicador.

A Tabela 5, apresenta as atividades a serem realizadas nesta etapa e suas especificações:

Tabela 5: Atividades necessárias para a realização da Limpeza Inicial.

ATIVIDADE	ESPECIFICAÇÕES
1-Planejar a Manutenção Autônoma	<ul style="list-style-type: none"> *Definição de equipe de MA e suas atribuições; *Identificar as perdas nas máquinas e suas áreas de origem; *Avaliar a contribuição da MA para cada setor; *Estabelecer prioridades; *Estabelecer objetivos; *Estabelecer metas.
2-Preparar e planejar a limpeza inicial e a colocação de etiquetas	<ul style="list-style-type: none"> *Preparar sistema de etiquetas (instrumento para evidenciar anomalias); *Definir áreas de limpeza e designar para equipes; *Fazer relatório fotográfico da situação do “antes”; *Preparar material para limpeza;

<p>3-Realizar as atividades de limpeza inicial</p>	<p>*Eliminar por completo poeira, sujeira e materiais inúteis das máquinas e arredores;</p> <p>*Determinar e remover todas as pequenas anomalias através da etiquetagem (usar etiquetas em locais de perda de óleo, peças desgastadas, elementos mal fixados, parafusos soltos e etc);</p> <p>*Realização do Dia “D” (primeira grande remoção de sujeira acumulada e etiquetagem) da Manutenção Autônoma.</p>
<p>4-Retirar as etiquetas e promover a etiquetagem contínua</p>	<p>*Eliminar anomalias das máquinas ou realizar melhoramentos;</p> <p>*Restabelecimento de 80% das condições de base através da retirada de 80% das etiquetas;</p> <p>*Introdução e consolidação de um ciclo para a gestão da etiquetagem contínua;</p> <p>*Sistema de monitoramento para verificar a velocidade de resposta na retirada das etiquetas;</p> <p>*Monitoramento de custos de restabelecimento.</p>
<p>5-Introduzir um padrão provisório</p>	<p>*Definir padrão provisório de limpeza;</p> <p>*Preparar os Procedimentos Operacionais Padrão (POP’s) e as LUP’s (Lição de um ponto);</p> <p>*Iniciar monitoramento do tempo de limpeza;</p> <p>*Introduzir sistema de auditoria de limpeza</p>

No item 3 da Tabela 5, temos que a limpeza inicial e a etiquetagem devem ser realizadas de acordo com as seguintes modalidades operativas:

- **Atividade desenvolvida enquanto a máquina ainda está em funcionamento**
 - Colocação de etiquetas com base em observação visual simples.
- **Atividade desenvolvida enquanto a máquina está parada**
 - Inspeção, limpeza e etiquetagem da máquina;

- Relatório fotográfico de várias partes da máquina após a colocação das etiquetas;
- Definição de uma lista de fontes de sujeira e áreas difíceis de limpar.
- **Atividade desenvolvida sucessivamente**
 - Reuniões entre os grupos para discutir problemas e planos de ação;
 - Restabelecimento imediato dos problemas de difícil solução;
 - Reinício da máquina, após a colocação das etiquetas;
 - Planejamento da retirada das etiquetas.

Com a realização da etiquetagem, é desejado que anomalias, fontes de sujeira e áreas difíceis de limpar sejam identificadas e registradas, e o método utilizado é apresentado através das Figuras 9, 10 e 11, respectivamente:

LISTA DE REGISTRO DE ETIQUETAS DE ANOMALIAS												
GRUPO MA XX (Inserir nome do grupo)/ Máquina XXX (Inserir nome da máquina)												
Nº Etiqueta	Nº O.S.	Registrado por (nome)	Data de abertura da etiqueta	Descrição da Anomalia	Providência Imediata (provisória)	Resp.	Data da Providência Imediata		Solução Definitiva (para a retirada da etiqueta)	Resp.	Data da Solução Definitiva	
							Prevista	Efetiva			Prevista	Efetiva

Figura 9: Lista de anomalias identificadas e registradas.

LISTA DE FONTES DE SUJEIRA									
GRUPO MA XX (Título oficial do Grupo MA)									
Item	Tipo de sujeira / contaminante	Onde é gerada?	Porque é gerada?	Nível de solução			Solução	Data	
				Eliminação?	Contenção?	Facilitar a limpeza?		Prevista	Real

Figura 10: Lista de Fontes de Sujeira.

LISTA DE LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO À LIMPEZA E INSPEÇÃO										
GRUPO MA XX (Título oficial do Grupo MA)										
Item	Área	O que dificulta a limpeza / inspeção?	Providência Imediata	Resp.	Data		Solução definitiva	Resp.	Data	
					Prevista	Efetiva			Prevista	Efetiva

Figura 11: Lista de locais de difícil acesso à limpeza e inspeção.

O padrão provisório de limpeza e o controle de execução do plano de limpeza podem seguir os modelos apresentados pelas Figura 14 e 15:

PLANO PROVISÓRIO DE LIMPEZA										
GRUPO MA XXX/ Título oficial do Grupo MA										
Item	Onde (Área)	Condição do Equipamento		Quem	Quando	Padrão de Limpeza	Método	Tempo de Limpeza	Condições necessárias (instrumentos)	LUP nº
		Funcionando	Parado							

Figura 12: Padrão provisório de registro de limpeza.

CONTROLE DE EXECUÇÃO DO PLANO DE LIMPEZA						
GRUPO MA XXX/ Título oficial do Grupo MA						
Item do Plano	Conforme LUP	Data	Nome do responsável	Rubrica do Responsável	Tempo Aplicado (min)	Observação

Figura 13: Modelo de Controle de Execução do Plano de Limpeza.

3.2.2. Eliminar fontes de sujeira e áreas difíceis de limpar e inspecionar

No passo 2 da implementação da Manutenção Autônoma, busca-se a capacidade de serem realizadas inspeções básicas nas máquinas, almejando os seguintes objetivos:

- Diminuir o tempo direcionado à limpeza das máquinas;
- Foco na melhoria das máquinas para essas oferecem fácil inspeção de condições;
- Fazer os colaboradores entenderem a importância de não sujar;
- Tornar colaboradores aptos a eliminarem fontes de sujeira e áreas de difícil limpeza;
- Capacitar colaboradores para inspecionar rapidamente pontos simples;
- Evidenciar a retirada de 90% das etiquetas.

As atividades que devem ser realizadas para a conclusão satisfatória deste passo são as apresentadas através da Tabela 6:

Tabela 6: Atividades do passo 2 da implementação da Manutenção Autônoma.

ATIVIDADE	ESPECIFICAÇÕES
1- Analisar as fontes de sujeira e as áreas difíceis de limpar;	*Listar fontes de sujeira as fontes de sujeira e as áreas difíceis de limpar;

	<p>*Analisar as fontes de sujeira e as áreas difíceis de limpar;</p> <p>*Definir melhoramentos para eliminar/ conter/ proteger as fontes de sujeira e para melhorar as áreas difíceis de limpar.</p> <p>*Utilização da técnica <i>ECRS</i>.</p>
2- Implementar as soluções, atualizar o padrão de limpeza, monitorar os resultados	<p>*Eliminar causas pela raiz de sujeira e resolver a dificuldade de limpeza;</p> <p>*Atualização dos padrões de limpeza do passo 1;</p> <p>*Monitorar melhoramentos de redução de tempo de limpeza.</p>
3- Melhorar as áreas difíceis de inspecionar	<p>*Tornar visíveis os pontos de inspeção escondidos (utilização de controles visuais);</p> <p>*Inspeção sensitiva (utilização dos 5 sentidos: tato, olfato, audição, paladar e visão);</p> <p>*Utilização de LUP's;</p> <p>*Utilização de <i>checklists</i> de inspeção.</p>

Para a realização a análise proposta pelo item 1, temos que a Ficha de Análise de Problemas apresentada no Anexo 1 é a mais recomendada.

ECRS

Quando analisadas, as fontes de sujeira e as áreas de difícil limpeza são delimitadas por mapas dessas áreas e são estabelecidas contramedidas a serem tomadas de imediato.

A técnica *ECRS*, é utilizada para analisar as operações de produção, como ciclos de trabalho, substituição de utensílios/materiais e tempo de *set-up*.

Cada letra da sigla *ECRS*, tem um significado importantíssimo para a realização da Manutenção Autônoma, como se pode ver abaixo:

- E – Eliminar: Eliminar operações desnecessárias;

- C – Combinar: Combinar operações básicas eliminando desperdícios de transporte e superprocessamento;
- R – Reorganizar: Reorganizar operações;
- S – Simplificar: Simplificar operações restantes.

Esta técnica é aplicada através da ferramenta 5W1H, que é apresentada na Tabela 7:

Tabela 7: 5W1H - Itens e questionamentos.

ITEM	PERGUNTAS
<i>What</i> – O quê (Objetivo)	*Qual o objetivo desta atividade? *É necessária? Por quê? *Não é possível ser eliminada? *De que outra forma poderia ser realizada? *De que outra forma deveria ser realizada?
<i>Where</i> – Onde (Local)	*Onde é realizada? *Por que é realizada neste local? *O local de trabalho é organizado da forma mais apropriada? Os instrumentos necessários estão disponíveis quando necessários? Por quê? *O local de trabalho está disposto da forma correta? Poderia ser disposto de outra maneira? *Em qual outro lugar poderia ser realizado? *Em qual outro lugar deveria ser realizado?
<i>Who</i> – Quem (Pessoa)	*Quem o realiza? Por que esta pessoa? *É necessário possuir competência específica? *A pessoa utilizada é a mais apropriada? *Que outro poderia efetuar a operação?

	*Quem deveria efetuar a operação?
<i>When</i> – Quando (Sequência)	*Quando é realizada? Por quê é realizada naquele momento? *É o momento exato para realizar esta operação? Por quê? *Pode ser realizada antes ou depois? *Com a máquina em funcionamento? *Quando poderia ser realizada? *Quando deveria ser realizada?
<i>Why</i> – O porquê (Motivo)	-
<i>How</i> – Como (Método)	*Como se faz? Por que é feito assim? *A economia dos movimentos é respeitada? *É possível trabalhar de forma diferente? Como? *De que forma poderia ser feito? *De que forma deveria ser feito?

E o plano de ações unificado através da técnica do *ECRS*, é o apresentado na Figura 18:

PLANO DE AÇÕES UNIFICADO							
Melhorias nas fontes de sujeira, locais de difícil acesso, facilidade de lubrificação, controles visuais, etc							
Grupo XXX/ Inserir o título oficial do grupo MA							
Item	O quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Por quê?	Como?	Situação

Figura 14: Plano de ações unificado utilizando a ferramenta do 5W1H.

LIÇÕES DE UM PONTO (LUP'S)

As LUP's, são emissões que contêm os métodos adequados de lubrificação, os controles visuais estabelecidos, a função de cada lubrificante e etc. Tem a finalidade de treinar os operadores para atividades de Manutenção Autônoma.

Podem ser preparadas por operadores, técnicos, engenheiros, pessoal de escritórios, gerentes e segurança.

INSPEÇÕES BÁSICAS

Na elaboração de um plano de inspeção, os seguintes itens devem ser avaliados:

- Os 5 sentidos permitem diagnosticar os sintomas desejados?
- O executor é capacitado para exercer a atividade?
- As condições do equipamento a ser inspecionado, permitem inspeção?
- O item a ser inspecionado é acessível?
- Há condições seguras ao executor?
- O tempo de inspeção do item é compatível com as atividades de operação?
- As inspeções que necessitam de paradas de máquinas estão claramente definidas?
- As LUP's possuem qualidade suficiente e definem claramente a execução/ atividade?
- Os executores receberam treinamento (LUP's, etc), para a execução das inspeções?

O modelo de plano de inspeções da Manutenção Autônoma é apresentado na Figura 19.

PLANO DE INSPEÇÃO										
Grupo MA XXX/ Inserir aqui o título oficial do grupo										
Item	Área	Componente	Método de Inspeção	Item de Controle	Condição do Equipamento	Tempo Previsto	Frequência	Quem?	Quando?	LUP nº

Figura 15: Modelo de Plano de Inspeções.

3.2.3. Criar e manter um padrão de limpeza, inspeção e lubrificação

O passo 3 tem os seguintes objetivos:

- Definir os padrões de limpeza e inspeção definitivos;
- Simplificar o sistema de lubrificação para tornar eficaz a lubrificação e reduzir seu tempo;
- Envolver os operadores na melhoria das máquinas, para facilitar as lubrificações e torna-los com condições de realizarem atividades simples de lubrificação.

Na definição do padrão de limpeza, inspeção e lubrificação, deve-se promover a conscientização do pessoal encarregado pela limpeza, inspeção e lubrificação, que estas atividades são de extrema importância para a empresa. Também é necessário que o maquinário seja melhorado, tendo em vista a diminuição do tempo de lubrificação, oficializando os padrões no programa de atividades diárias.

Para completar o passo 3, é necessário se cumprir as 7 atividades presentes na Tabela 8:

Tabela 8: Atividades e especificações do Passo 3.

ATIVIDADE	ESPECIFICAÇÕES
1- Criar e manter padrão de limpeza e inspeção: formar operadores	*Atualizar padrões de limpeza revisados no Passo 2, com base nos dados levantados.
2- Estudar o sistema de lubrificação	*Estudar com está a situação atual de pontos de lubrificação, procedimentos ou atividades de lubrificação, se existentes. *Fazer lista de pontos de lubrificação (<i>layout</i> ou fotografias); *Fazer lista de lubrificante utilizados. *Atualizar ou criar procedimentos de lubrificação.
3- Simplificar o sistema de lubrificação	*Eliminar pontos de lubrificação desnecessária; *Simplificar as atividades de lubrificação facilitando o acesso a pontos de lubrificação, melhorando visibilidade, as ferramentas e a segurança, garantindo disponibilidade de informações, ferramentas e materiais; *Estudar como reduzir tempos de atividades; *Unificar lubrificantes.
4- Criar um sistema de lubrificação visual e melhorar a logística dos lubrificantes	*Definir responsabilidades claras na gestão dos lubrificantes; *Definir procedimento de lubrificação claros;

	<p>*Padronizar o depósito de lubrificantes e a estação de lubrificação.</p> <p>*Criar sistema visível de lubrificação (modelo apresentado na Figura 20)</p>
5- Introduzir um programa de lubrificação	*Elaborar plano de lubrificação (modelo apresentado na Figura 21).
6- Formar os operadores	*Treinar operadores através de ensinamentos teóricos, exercícios práticos em sala e em campo.
7- Monitorar os resultados	<p>*Quantidade de lubrificante utilizado;</p> <p>*Tempo empregado em atividades de lubrificação;</p> <p>*Avarias, pequenas paradas e defeitos devido a lubrificação malfeita;</p> <p>*Número de pontos de lubrificação;</p> <p>*Distância percorrida.</p>

CÓDIGO DE CORES			
EQUIPAMENTO:			
Lubrificante	Código de Cores	Símbolo	Identificação do Símbolo
Óleo Lubrificante A		■	Óleo lubrificante
Óleo Lubrificante B		■	Óleo lubrificante
Óleo Lubrificante C		■	Óleo lubrificante
Óleo Lubrificante C		■	Óleo lubrificante

Figura 16: Modelo de sistema de lubrificação.

PLANO DE LUBRIFICAÇÃO													
Grupo:						Equipamento:							
Nº	Descrição do Equipamento	Qtde. de pontos	Atv.	Sistema (Ferramental)	Qtde de Lubrificante	Freq.	Condição da Máquina		Executor	Quando	Tempo Previsto	Código do lubrificante e código de cor	LUP nº
							Parada	Funcionando					

Figura 17: Modelo de plano de lubrificação.

3.2.4. Passos não comentados

A implementação do pilar de Manutenção Autônoma do TPM requer mais 4 passos além dos comentados anteriormente. Esses são:

- Inspeção Geral;
- Inspeção Autônoma;
- Padronização das Atividades das Áreas;
- Desenvolvimento de grupo de Manutenção Autônoma.

Porém, estes passos não serão comentados no presente trabalho, pelo motivo de não estarem inclusos na proposta de implementação na Transforme Vidros Temperados.

3.3. Implementação do pilar de Manutenção Planejada

O pilar de Manutenção Planejada tem como objetivos os apresentados abaixo:

- Aumentar o rendimento da planta;
- Reduzir os custos de manutenção acima de 30%;
- Eliminação de paradas não planejadas e perdas técnicas;
- Desenvolver sistema de manutenção planejada eficaz;
- Envolver pessoal de produção no controle das máquinas.

De acordo com a Tabela 9, temos que a implementação total do pilar de Manutenção Planejada, consiste em 4 fases, articuladas em 6 passos.

Tabela 9: Fases da implementação do pilar de Manutenção Planejada.

Fases Manutenção Planejada	Estabilizar os intervalos entre as quebras	Prolongar a vida útil dos equipamentos	Restabelecer periodicamente as deteriorações	Prever a vida útil das máquinas
	Passo 1: Avaliar os equipamentos e entender a situação atual			
	Passo 2: Restabelecer a deterioração e melhorar os pontos fracos (dando suporte à manutenção autônoma e prevenindo a repetitividade)		Consolidar como manutenção corretiva →	Passo 6: Avaliar o sistema de manutenção planejada
		Passo 3: Instituir um sistema de gestão de informações	Consolidar como manutenção periódica →	Sistematizar a manutenção planejada
			Passo 4: Instituir sistema de manutenção periódica	
				Passo 5: Instituir um sistema de → manutenção preditiva

Os pilares de Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada tem em comum um único objetivo: melhorar a confiabilidade das máquinas. Porém a MA age na capacitação dos recursos humanos de produção, e a MP visa o setor de manutenção.

3.3.1. Avaliar os equipamentos e entender a situação atual

O passo 1 de implementação do pilar de Manutenção Planejada tem como objetivos, os apresentados abaixo:

- Avaliar as máquinas;
- Entender a situação atual para escolher as prioridades de intervenção;
- Definir os Indicadores Chave de Performance (KPI's) que permitirão monitorar as melhorias;
- Fazer o *deployment* das perdas para esclarecer as metas dos OPI's (Indicadores de performance operacional) .

Para as metas do Passo 1 serem alcançadas, as atividades presentes na Tabela 10 devem ser implementadas.

ATIVIDADE	ESPECIFICAÇÕES
-----------	----------------

1- Atualizar a lista de máquinas.	*Identificar a hierarquia do equipamento (a qual área, linha e máquina pertence); *Recuperar as informações básicas da máquina (consultar registros de modificações feitas nas máquinas, históricos de manutenção e condições iniciais da máquina).
2- Classificar as máquinas (ABC).	*Classificar as máquinas com base nas Figuras 22 e 23.
3- Definir o nível de gravidade de falhas.	*Definir nível de quebra de acordo com a frequência e da duração do evento (seguir modelo apresentado na Figura 24);
4- Estabelecer o sistema de coleta de dados de quebras.	*Definir tabela de dados completos e padronizados por modo de falha e componente danificado para análises concretas de falhas.
5- Definir os objetivos da manutenção e fazer o <i>deployment</i> .	*Identificar os KPI's de MP (custos de manutenção, MTTR, MTBF, MTBE, Disponibilidade e etc) e estabelecer metas; *Entender como os KPI's da fábrica se ligam às metas de manutenção (exemplo na Figura 25); *Fazer o <i>deployment</i> por nível dos modos de falhas em todas as perdas e estabelecer metas para cada um (quebras, pequenas paradas, custos, etc). Exemplo na Figura 26.

A classificação das máquinas define quais delas terão prioridades em eventuais intervenções, e pode ser desenvolvido seguindo os modelos da Figuras 22 e 23:

Símbolos de Classificação			
	□	○	△
S Segurança e Saúde	Efeito forte	Efeito médio	Nenhum efeito
Q Qualidade	Efeito Significativo	Efeito médio	Nenhum efeito
W Funcionamento	24 horas/dia	8-24 horas/dia	9 horas/dia
D Impacto sobre produção	As quebras provocam interrupções da linha ou perdas de produção	Raramente as quebras provocam interrupções da linha ou perdas e produção	As quebras não provocam interrupções da linha ou perdas de produção: a reparação da máquina é simples
F Frequência	3 quebras/mês para 1 quebra/bimestre	1 quebra/bimestre para 1 quebra/semestre	Menos de 1 quebra a cada 6 meses
M Manutenibilidade	MTTR > 4 horas; Custo > R\$ 500,00	MTTR 1 < 4 horas; Custo R\$ 150,00 - R\$ 500,00	MTTR < 1 hora; Custo < R\$ 150,00

Figura 18: Modelo de classificação de máquinas.

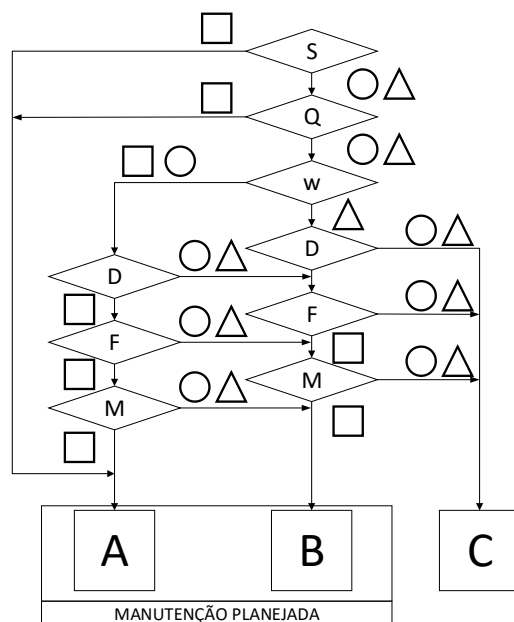


Figura 19: Modelo de fluxograma de classificação das máquinas.

O nível de gravidade da quebra de uma máquina pode ser classificado de acordo com a tabela presente na Figura 24.

		Quebras (1 mês)			
Classes de Frequência	Muito Alta ($f > 12$ /mês)	63	30	0	0
	93				
	Alta ($3 < f < 12$ /mês)	29	11	0	0
	40				
	Média ($1 < f < 3$ /mês)	15	3	1	0
	19				
	Baixa ($0,5 < f < 1$ /mês)	4	0	0	0
	4				
Muito Baixo ($f < 0,5$ /mês)	1	0	0	0	
1					
		d<0,5h	0,5h<d<2h	2h<d<8h	d>8
		112	44	1	0
Duração das classes					
		20	136	1	0
		Negligenciada	Moderada	Crítica	Catastrófica

Figura 20: Modelo de tabela de nível de gravidade.

A análise do impacto da manutenção em áreas da fábrica, pode ser estimado através da utilização da tabela presente na Figura X do Anexo 1. Neste anexo, em vermelho, podem-se notar as prioridades de intervenção da área, que resultaram da nota total, que é obtida através de um grid pré-definido, presente na legenda.

Um modelo de *deployment* de número de quebras é apresentado através da Figura X do Anexo 1, e pode ser utilizado para a estratificação de MP.

3.3.2. Restabelecer a deterioração e melhorar os pontos fracos

O passo 2 da implementação do pilar de Manutenção Planejada, tem como objetivo único, o restabelecimento da deterioração do maquinário e na melhoria dos pontos fracos da planta. Tal objetivo, deverá ser alcançado, se forem implementadas as seguintes atividades apresentadas através da Tabela 10.

Tabela 10: Atividades e especificações do passo 2.

ATIVIDADE	ESPECIFICAÇÕES
1- Restaurar as condições deterioradas das máquinas	<ul style="list-style-type: none"> *Fazer levantamento de retirada de etiquetas, visando a retirada de 80% dessas em 1 mês; *Evidenciar número de etiquetas solucionadas pela operação; *Estabelecer prioridade de eliminação de quebras, seguindo o exemplo apresentado pela Figura 27;

	*Classificar tipos de quebras.
2- Dar suporte aos grupos de Manutenção Autônoma	*Ressaltar as competências necessárias para a correção das quebras; *Verificar o tempo de restabelecimento ou melhoramento; *Gestão de lubrificantes.
3- Avaliar os procedimentos existentes de manutenção	*Fazer <i>checklist</i> de procedimentos de manutenção (Figura 28); *Definir matriz de habilidades (Figura 29).
4- Promover o 5S	*Divulgação e treinamento em 5S (Ver item 3.3.2.1. PROGRAMA 5S).
5- Avaliar e melhorar as habilidades de manutenção	*Realizar treinamentos em manutenção, com registro de evoluções na matriz de habilidades.
6- Remover material obsoleto e arrumar almoxarifado	*Implementar mentalidade 5S.
7- Lançar projetos de redução de perdas	*Identificar tipos de quebras; *Restabelecer as condições básicas nas áreas críticas e definir os padrões; *Atacar as quebras repetitivas; *Evidenciar as causas das quebras esporádicas; *Definir o plano de manutenção preventiva.
8- Introduzir análise de quebras	*Análise de quebras com foco nas causas (4 M's); *Criar <i>checklist</i> de análise de quebras.
9- Expansão horizontal de soluções para outras máquinas/linhas	*Fazer um resumo das ações realizadas no projeto original subdivididas por problemas; *Definir as máquinas candidatas à expansão das ações; *Entender os problemas iniciais sobre tais máquinas;

	<p>*Definir quais ações expandir e sobre quais máquinas;</p> <p>*Entender os problemas restantes;</p> <p>*Atacar os problemas restantes com percurso original.</p>
--	--

Para estabelecer ordem de prioridade de eliminação de quebras e falhas, é recomendável que a decisão seja tomada seguindo a metodologia apresentada pelo fluxograma apresentado na Figura X do anexo 1.

Para a avaliação dos procedimentos de manutenção existentes, a planilha presente na Figura X do Anexo 1, pode ser utilizada.

Ao se tratar das competências dos colaboradores atuais, a matriz de habilidades apresentada pela Figura X do Anexo 1, sintetiza como está a situação atual de capacitação da mão de obra, e onde se quer chegar em um estado futuro.

Nos espaços vazios, deve se alocar a pontuação de competência de cada colaborador, que te como padrão o seguinte:

- 1- Não conhece a teoria e nem está informado sobre;
- 2- Conhece a teoria e está informado;
- 3- Sabe fazer na prática, em condição de trabalho padrão;
- 4- Sabe fazer muito bem, mesmo em condições de trabalho não padrão;
- 5- Sabe como ensinar / assistir as outras pessoas.

PROGRAMA 5S

A técnica 5S teve origem no Japão, com o intuito de promover o desenvolvimento da qualidade nas empresas. Sua nomenclatura deriva de 5 termos em japonês que representam as fases do programa, como apresentado na Tabela 11.

Tabela 11: Atividades 5S.

TERMO	SIGNIFICADO	ATIVIDADES
<i>Seiri</i>	Separar	*Identificar os desperdícios através da inspeção inicial;

		<p>*Colocar uma etiqueta 5S em instalações, ferramentas e materiais;</p> <p>*Eliminar itens desnecessários.</p>
<i>Seiton</i>	Simplificar a gestão	<p>*Classificar os itens pela frequência de uso;</p> <p>*Encontrar uma localização adequada para ferramentas, equipamentos e materiais;</p> <p>*Identificar claramente cada localização de acordo com as novas ordens.</p>
<i>Seiso</i>	Encontrar problemas através da limpeza	<p>*Limpar e verificar se a ordem estabelecida no passo anterior é mantida;</p> <p>*Etiquetar todos os desvios da situação desejada;</p> <p>*Analisar todas as etiquetas repetitivas a fim de encontrar as causas raízes dos desvios.</p> <p>*Definir e executar as contramedidas;</p> <p>*Fazer uma lista dos padrões requeridos.</p>
<i>Seiketsu</i>	Padronizar	<p>*Definir os padrões de limpeza;</p> <p>*Definir o <i>checklist</i> para verificar se os padrões são respeitados;</p> <p>*Melhoria da gestão visual.</p>

<i>Shitsuke</i>	Sustentar o melhoramento contínuo	<ul style="list-style-type: none"> *Planejar auditorias para verificar a observação dos padrões; *Fazer a análise contínua dos problemas e identificar as contramedidas; *Monitorar as pontuações das auditorias; *Estabelecer novos objetivos de melhoria.
-----------------	-----------------------------------	---

3.3.3. Construir um sistema de gestão de informações

O passo 3 da implementação do pilar de Manutenção Planejada, tem como objetivo principal, reduzir sistematicamente as perdas e construir um sistema de informações. Tal objetivo, deverá ser alcançado, se forem implementadas as seguintes atividades apresentadas através da Tabela 12.

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
1- Sistemática de análise de quebras	<ul style="list-style-type: none"> *Identificar os pesos das causas raízes das quebras (Figura 30); *Definir quais quebras devem ser analisadas *Definir processo de análise de quebras; *Definir plano de ação; *Analisar eficiência dos formulários de análise de quebras; *Monitorar resultados.
2- Análises de componentes fracos	*Definir possíveis componentes fracos (Figura 32).
3- Construir um sistema de informações da manutenção	<ul style="list-style-type: none"> *Cadastro de equipamentos; *Ficha de análise de quebra; *Programa de manutenção planejada;

	<ul style="list-style-type: none"> *Informações sobre competências/treinamento; *Estoque de peças de reposição; *Custo de manutenção; *Monitoramento e avaliação de desempenho.
4- Preparação de dados para inspeção	*Levantamento de histórico de manutenção para definição de rota de inspeção.
5- Projetar e implementar um sistema de gestão de peças sobressalentes	<ul style="list-style-type: none"> *Definir a situação atual e os objetivos; *Eliminar os materiais inúteis/ obsoletos; *Reorganizar os materiais restantes; *Definir as políticas de gestão dos estoques de peças de reposição; *Gestão de peças de reposição da manutenção preventiva.
6- Reunião diária de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> *Definir input (registros diários das quebras, atividade de reaplicação e melhoramento, etiquetas e fichas de problemas); *Definir os participantes e responsabilidades (Recursos e políticas de MP, líder do grupo, máquina, processo/produto, reparações, diagnóstico, modo de quebra, <i>problem solving</i>, ficha de análise de quebra); *Definir as atividades principais; *Manter sob controle a análise das quebras e sua evolução.

A Figura X do anexo 1 apresenta um modelo prático de como identificar os pesos das causas raízes das quebras.

O modelo de análise de componentes fracos é retratado na Figura X do Anexo 1, onde os valores em vermelho indicam os possíveis componentes fracos do sistema/máquina/equipamento.

3.3.4. Passos não comentados

A implementação do pilar de Manutenção Planejada do TPM requer mais 4 passos além dos comentados anteriormente. Esses são:

- Construir sistema de manutenção preventiva;
- Construir um sistema avançado de manutenção preventiva;
- Otimizar o sistema de manutenção planejada atual;
- Assegurar a melhoria contínua do sistema de manutenção para alcançar a visão.

Porém, estes passos não serão comentados no presente trabalho, pelo motivo de não estarem inclusos na proposta de implementação na Transforme Vidros Temperados.

3.4. Indicadores de manutenção

No atual trabalho, os seguintes indicadores de manutenção serão utilizados:

- MTBF;
- MTTR;
- Custos de Manutenção.

3.4.1. MTBF

Significa *Mean Time Between Failures* (do português Tempo Médio entre Falhas), e é definido pelo quociente entre as horas disponíveis de trabalho do equipamento para a operação (HD) e o número de intervenções corretivas neste tempo (NC).

$$MTBF = \frac{HD}{NC} \quad \text{Equação 01}$$

Este indicador mostra como o maquinário está reagindo aos procedimentos de manutenção realizados nele. Se o índice aumentar, significa uma melhora nos procedimentos de manutenção, indicando maior tempo disponível para operação.

3.4.2. MTTR

Significa *Mean Time To Repair* (do português Tempo Médio para Reparo), e é definido pelo quociente entre as horas indisponíveis para a operação devido à manutenção (HIM) e o número de intervenções corretivas neste tempo (NC).

$$MTTR = \frac{HIM}{NC} \qquad \text{Equação 02}$$

Este indicador mostra como está sendo eficiente o setor de manutenção nos procedimentos de manutenção realizados. Se o índice aumentar, significa uma piora nos procedimentos de manutenção, indicando maior tempo de máquina parada.

4. ESTUDO DE CASO

4.1.A empresa

A TRANSFORME VIDROS TEMPERADOS iniciou as suas atividades em 18 de maio de 2015. Localizada em Santo Antônio de Jesus - Bahia, a TRANSFORME VIDROS TEMPERADOS busca suprir a demanda dos setores de construção civil e movelaria de vidros temperados, espelho e ferragens em geral para vidraceiros da cidade, da Bahia e dos estados vizinhos.

Com equipe experiente, estrutura física adequada e frota própria, possui potencial de realizar serviços de ponta, alto padrão e tempo hábil, buscando a satisfação do cliente.

MISSÃO

Produzir e comercializar vidros beneficiados, oferecendo soluções que garantam a satisfação dos clientes e a valorização do meio ambiente.

VISÃO

Ser uma empresa líder no mercado vidreiro, reconhecida por sua excelência e inovação no Nordeste.

VALORES

- Empreendedorismo
- Respeito a vida
- Atendimento diferenciado
- Transparência entre as partes interessadas

4.2.Organograma operacional

O organograma operacional da empresa está organizado da seguinte forma apresentada através da Figura X, do anexo 2.

4.3.Setores

A produção da TRANSFORME VIDROS TEMPERADOS é dividida em 7 subsetores, como estão apresentados abaixo:

- **Carregamento**

- **Objetivo:** Abastecer a linha de produção com matéria – prima (chapas de vidro);

- **Colaborador (es):** Operador de Ponte Rolante;

- **Maquinário:** Ponte Rolante (Figura 34) e Classificador de Colares (Figura 35).



Figura 21: Ponte Rolante.



Figura 22: Classificador de Colares

- **Corte**

- **Objetivo:** Corta chapas de vidros em peças demandadas através da Mesa de Corte, ou do Corte Manual;

- **Colaborador (es):** Operador da Mesa de Corte, Auxiliar de Corte (2) e Cortador Manual;

- **Maquinário:** Carregador Bilateral (Figura 36) e Mesa de Corte Automático (Figura 37).



Figura 23: Carregador Bilateral



Figura 24: Mesa de Corte Automático.

- **Lapidação**

- **Objetivo:** Lapidar peças cortadas para polir e retirar cantos vivos das arestas;

- **Colaborador (es):** Lapidador, Auxiliar de Lapidação (4), Lapidador Manual;

- **Maquinário:** Lapidadora PC – 600 (2) (Figura 38), Lapidadora LC8 (Figura 39), Lapidadora Bottero 110FC (Figura 40), Lapidadora Modelada (Figura 41), Lixadeira de Cinta (2) (Figura 42) e Esmerilhadeira (2) (Figura 43).



Figura 25: Lapidadora PC – 600.



Figura 26: Lapidadora LC8.



Figura 27: Lapidadora Bottero 110 FC.



Figura 28: Lapidadora Modelada.



Figura 29: Lixadeiras de Cinta.



Figura 30: Esmerilhadeiras.

- **Furação**

- **Objetivo:** Furar e recortar peças que usarão ferragens;

- **Colaborador (es):** Furadores (2) e Recortadores (2);

- **Maquinário:** Furadeiras (5) (Figura 44), Escareadores (2) e Serras Circulares (2) (Figura 45).



Figura 31: Furadeiras.

Figura 32: Escareador e Serras Circulares.

- **Lavagem**

- **Objetivo:** Lavar peças já lapidadas e furadas ou apenas lapidadas, dependendo do tipo de peça;
- **Colaborador (es):** Conferente e Auxiliares de Conferência (2);
- **Maquinário:** Lavadora (2) (Figura 46).



(a)



(b)

Figura 33: (a) Lavadora 1 e (b) Lavadora 2

- **Têmpera**

- **Objetivo:** Temperar peças no intuito de aumentar resistência e fornecer fragmentação ao vidro;
- **Colaborador (es):** Forneiro e Auxiliares de Forneiro (3);
- **Maquinário:** Forno (Figura 47) e Ventilador (Figura 48).



Figura 34: Forno.



Figura 35: Ventilador.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, será apresentada a proposta de implementação dos pilares de Manutenção Autônoma e de Manutenção Planejada, na empresa Transforme Vidros Temperados, empresa que faz o beneficiamento de vidros planos e está localizada em Santo Antônio de Jesus na Bahia.

5.1.Plano diretor

O plano diretor desenvolvido para a implementação dos pilares na Transforme Vidros Temperados (TVT), é apresentado pela Figura 33 abaixo.


PLANO DIRETOR								
IMPLEMENTAÇÃO DOS PILARES DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA E MANUTENÇÃO PLANEJADA								
EMPRESA: TRANSFORME VIDROS TEMPERADOS								
jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	
Preparar		Introduzir	Implementar			Estabilização		
Visão geral	<ul style="list-style-type: none"> * Análise de histórico de manutenção de máquinas; * Reduzir quebras de equipamentos no geral: <ul style="list-style-type: none"> .Implementar cultura de manutenção preventiva; .Reduzir tempo de ajuste de máquinas; .Reduzir quebras de componentes; *Criar base para a implementação da Manutenção Autônoma. 							Objetivos: Diminuição de quebras de máquinas em 20%; Diminuição de tempo para reparo em 20%. Aumento do tempo médio entre falhas em 30%; Diminuição dos custos de manutenção em 15%
Manutenção autônoma	<ul style="list-style-type: none"> *Limpeza inicial; *Eliminar fontes de sujeira e áreas difíceis de limpar e inspecionar; *Criar e manter um padrão de limpeza, inspeção e lubrificação. 							
Manutenção planejada	<ul style="list-style-type: none"> *Avaliar os equipamentos e a situação atual; *Restabelecer a deterioração e melhorar os pontos fracos; *Construir um sistema de gestão de informações. 							
Capacitação de funcionários	<ul style="list-style-type: none"> *Tornar colaboradores apto à desenvolverem procedimentos de manutenção com expertise; *Integrar a relação do operador com sua máquina; *Motivar colaboradores. 							

Figura 36: Plano diretor da implementação do TPM na TVT.

O plano diretor tem a finalidade de proporcionar à diretoria uma visão geral sobre a metodologia TPM, tanto com relação aos benefícios que se almeja conquistar, tanto quanto quais atividades principais serão desenvolvidas.

A elaboração e aprovação do plano diretor de implementação, depende da ação da diretoria com relação às 4 primeiras etapas de implementação, que estão presentes nas seções 3.1.1. Declaração oficial da decisão da diretoria pela implementação do TPM, 3.1.2. Educação, treinamento e divulgação do início da implementação, 3.1.3. Estruturação das equipes de multiplicação e implementação, 3.1.4. Estabelecimento da política básica e metas do TPM.

Em seguida serão apresentados os planejamentos e técnicas que serão utilizados para a implementação dos pilares de Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada na TVT.

5.2. Manutenção Autônoma

Esta seção, apresenta o planejamento e as ferramentas que serão utilizadas na realização das atividades de Manutenção Autônoma na Transforme Vidros Temperados.

5.2.1. Limpeza Inicial

5.2.1.1. Planejar a Manutenção Autônoma

Na definição dos grupos de MA na TVT, é importante que estes tenham como foco setores isolados, sendo assim, prioriza-se grupos do mesmo setor, como apresentado na Tabela 12.

Tabela 12: Grupos de Manutenção Autônoma e Componentes.

Grupo	Título	Líder	Componentes
MA 001	Carregamento e Corte	Operador da Ponte Rolante	Operador da Mesa de Corte, Auxiliares de Corte (2) e Cortador Manual.
MA 002	Lapidação	Lapidador	Auxiliares de Lapidação (4)
MA 003	Furação	Furador 1	Furador 2, Recortadores (2) e Polidor
MA 004	Lavagem	Marcador	Conferente e Auxiliar de Conferência (2).
MA 005	Têmpera	Forneiro	Auxiliares de Forneiro (3).

Como a produção está composta apenas por 24 colaboradores, a ação do Mecânico nos Grupos MA será geral, ou seja, ele dará apoio a todos, pois é o mais experiente em serviços de manutenção na empresa.

Os objetivos desses Grupos MA são descritos na Tabela 13, e foi desenvolvido com relação às demandas de cada setor.

Tabela 13: Objetivos dos Grupos MA.

Grupo	Objetivos
MA 001 – Carregamento e Corte	<ul style="list-style-type: none"> *Monitorar número de quebras da Ponte Rolante, Carregador Bilateral e Mesa de Corte; *Registrar quebras; *Registrar falhas/ defeitos apontados pelos monitores das máquinas; *Realizar limpeza geral; *Definir um percentual de melhoria com relação ao indicador de número de quebras; *Categorizar falhas das máquinas como elétricas, mecânicas, ou de automação. *Verificar de condições de lubrificação das máquinas e definir lubrificantes utilizados; *Determinar ferramentas essenciais ao setor.
MA 002 – Lapidação	<ul style="list-style-type: none"> *Monitorar número de quebras das lapidadoras, lixadeiras de cinta e esmerilhadeiras; *Registrar quebras; *Realizar limpeza geral; *Definir um percentual de melhoria com relação ao indicador de número de quebras; *Categorizar falhas das máquinas como elétricas, mecânicas, ou de automação; *Verificar de condições de lubrificação das máquinas e definir lubrificantes utilizados; *Determinar ferramentas essenciais ao setor.
MA 003 – Furação	<ul style="list-style-type: none"> *Monitorar número de quebras das furadeiras, escareadores e serras; *Registrar quebras;

	<ul style="list-style-type: none"> *Realizar limpeza geral; *Definir um percentual de melhoria com relação ao indicador de número de quebras; *Categorizar falhas das máquinas como elétricas ou mecânicas; *Verificar de condições de lubrificação das máquinas e definir lubrificantes utilizados; *Determinar ferramentas essenciais ao setor.
MA 004 – Lavagem	<ul style="list-style-type: none"> *Monitorar número de quebras da Lavadora; *Registrar quebras; *Realizar limpeza geral (filtros, tanques, parte interna da lavadora, rolos, escovas); *Definir um percentual de melhoria com relação ao indicador de número de quebras; *Categorizar falhas das máquinas como elétricas ou mecânicas; *Verificar de condições de lubrificação das máquinas e definir lubrificantes utilizados; *Determinar ferramentas essenciais ao setor.
MA 005 - Têmpera	<ul style="list-style-type: none"> *Monitorar número de quebras do forno e do ventilador; *Registrar quebras; *Realizar limpeza geral; *Registrar falhas/ defeitos apontados pelos monitores das máquinas *Definir um percentual de melhoria com relação ao indicador de número de quebras; *Categorizar falhas das máquinas como elétricas, mecânicas ou de automação; *Verificar de condições de lubrificação das máquinas e definir lubrificantes utilizados; *Determinar ferramentas essenciais ao setor.

5.2.1.2.Preparar e planejar a limpeza inicial e a colocação das etiquetas

Para realizar a execução desta etapa, é preciso ter em mente que na preparação do Dia “D” da Limpeza Inicial, os seguintes itens devem estar definidos:

- Etiquetas;
- Áreas de limpeza e equipes designadas;
- Relatório fotográfico do “antes”;
- Material para limpeza.

ETIQUETAS

Com relação a definição das etiquetas, foi feita uma separação entre duas categorias: OPERAÇÃO e MANUTENÇÃO. Sendo assim, as etiquetas da categoria OPERAÇÃO define que a ação de reparo será feita pelos operadores da área, que estarão capacitados para tal, e as etiquetas da categoria MANUTENÇÃO se referem a atividades que requerem maior capacidade técnica para o seu desenvolvimento, cabendo assim ao mecânico ou técnicos terceirizados realizarem a tarefa.

Abaixo, nas Figuras 50 e 51 seguem os modelos das etiquetas que serão utilizados no Dia “D” da Transforme Vidros Temperados:



MANUTENÇÃO Nº: _____

TRANSFORME
VIDROS TEMPERADOS

Nome: _____
Data: ____/____/____
Setor: _____
Máquina: _____

Anomalias Detectadas:

A – Perda de água;	J – Cabos elétricos danificados;	R – Emperrado;
B – Perda de óleo;	S – Corrosão;	
C – Perda de ar;	K – Alta temperatura;	T – Inativo.
D – Peça quebrada;	L – Segurança;	
E – Peça desgastada;	M – Vibrações;	
F – Peça faltando;	N – Ruído;	
G – Peça inútil;	O – Desalinhamento;	
H – Elementos frouxos;	P – Falta de óleo;	
I – Problema elétrico;	Q – Sujeira	

Outras anomalias: _____

Correção de anomalia:

Quem: _____
Quando: _____
Ass.: _____

Figura 37: Etiqueta referente ao setor de Manutenção.



OPERAÇÃO Nº: _____

TRANSFORME
VIDROS TEMPERADOS

Nome: _____
Data: ____/____/____
Setor: _____
Máquina: _____

Anomalias Detectadas:

A – Perda de água;	J – Cabos elétricos danificados;	R – Emperrado;
B – Perda de óleo;	S – Corrosão;	
C – Perda de ar;	K – Alta temperatura;	T – Inativo.
D – Peça quebrada;	L – Segurança;	
E – Peça desgastada;	M – Vibrações;	
F – Peça faltando;	N – Ruído;	
G – Peça inútil;	O – Desalinhamento;	
H – Elementos frouxos;	P – Falta de óleo;	
I – Problema elétrico;	Q – Sujeira	

Outras anomalias: _____

Correção de anomalia:

Quem: _____
Quando: _____
Ass.: _____

Figura 38: Etiqueta referente à Operação do setor.

Na seção de Anomalias Detectadas, o executante da limpeza tem opções para selecionar qual foi o defeito encontrado na máquina onde a limpeza estava sendo realizada, e caso não tenha o defeito listado, o mesmo irá descrevê-lo brevemente na seção logo abaixo. Para a correção da ação, é feito um plano de ação, que posteriormente será explicado, onde fica visível quem será o responsável e quando realizará tal intervenção.

É importante ressaltar que antes do início do Dia “D”, toda a equipe participante irá ser capacitada em como proceder com o etiquetamento, através de uma aula expositiva, onde o encarregado pelo programa TPM irá explicar detalhadamente todos os passos a serem seguidos e sanar as devidas dúvidas. Com relação ao corpo técnico que irá acompanhar as equipes, estes serão o mecânico e o encarregado do programa, pois devido ao tamanho atual da planta, não é extremamente necessária uma equipe técnica para cada grupo MA.

ÁREAS DE LIMPEZA E EQUIPES

De acordo com o atual organograma de produção da Transforme Vidros Temperados, as áreas a serem limpas serão separadas por setores, ou seja, cada grupo MA será responsável por seu setor e todas as máquinas e equipamentos presentes nele. Tal definição pode ser observada através da Tabela 14.

Tabela 14: Definição de grupos e respectivas áreas de limpeza inicial.

Grupo	Área	Máquinas e Equipamentos
MA 001	Carregamento e Corte	Ponte Rolante, Classificador de Colares, Carregador Bilateral e Mesa de Corte
MA 002	Lapidação	Lapidadoras PC – 600, LC8 e Bottero 110 FC
MA 003	Furação	Furadeiras, Serras Circulares, Escareadores, Lapidadora Modelada, Lixadeiras de Cinta e Esmerilhadeiras
MA 004	Lavagem	Lavadora 1, Lavadora 2 e Biseladora
MA 005	Têmpera	Forno, Ventilador, Ar - Condicionados

A Lapidadora Modelada, as lixadeiras de cinta e as esmerilhadeiras estão como atribuições do grupo MA 003 devido à proximidade física destes equipamentos com as Furadeiras, o que facilitará a organização das atividades.

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DO ANTES

Seguindo a presente proposta de implementação de ferramentas TPM na Transforme Vidros Temperados, o relatório deverá ser feito pelos operadores, mecânico e encarregado de TPM. Porém, no intuito de estabelecer como está a situação atual da empresa com relação a limpeza das máquinas, algumas fotos pontuais serão mostradas aqui. A Figura 52, retrata a situação atual da Transforme Vidros Temperados, com relação à duas máquinas de setores distintos.



(a)



(b)

Figura 39: Situação atual de máquinas da TVT. (a) Estrutura da Lapidadora LC8. (b) Dreno e manômetro da Lapidadora Modelada.

MATERIAL PARA LIMPEZA

O material necessário para a realização da Limpeza Inicial é o seguinte:

- Vassouras;
- Desengraxante;
- Solvente;
- Desengripante;
- Panos;
- Ar Comprimido;
- Escovas metálicas;
- Raspadores;
- Escovas de nylon;
- Detergente;
- Pás.

5.2.1.3. Realizar as atividades de limpeza inicial

A limpeza inicial seguirá os seguintes passos:

- Etiquetagem de equipamentos/máquinas em funcionamento;
- Inspeção, limpeza e etiquetagem com equipamentos/máquinas paradas;
- Relatório fotográfico das máquinas paradas;
- Listagem de fontes de sujeira;
- Listagem de áreas difíceis de limpar;
- Reuniões entre grupos MA;
- Elaboração de lista de prioridades para manutenção;
- Inicialização da operação das máquinas já etiquetadas;
- Planejamento de retirada de etiquetas.

Após todas as etiquetas serem distribuídas, os líderes dos grupos MA devem relatar todas que foram utilizadas, e para isso, devem utilizar a planilha apresentada pela Figura 53:

LISTA DE REGISTRO DE ETIQUETAS DE ANOMALIAS											
GRUPO MA _____ / Máquina _____											
Nº Etiqueta	Registrado por (nome)	Data de abertura da etiqueta	Descrição da Anomalia	Providência Imediata (provisória)	Resp.	Data da Providência Imediata		Solução Definitiva (para a retirada da etiqueta)	Resp.	Data da Solução Definitiva	
						Prevista	Efetiva			Prevista	Efetiva

Figura 40: Lista de registro de anomalias

Os líderes devem ainda, registrar todas as principais fontes de sujeira e locais de difícil limpeza, utilizando as planilhas presentes nas Figuras 54 e 55 respectivamente:

LISTA DE FONTES DE SUJEIRA									
GRUPO MA _____									
Item	Tipo de sujeira / contaminante	Onde é gerada?	Porque é gerada?	Nível de solução			Solução	Data	
				Eliminação?	Contenção?	Facilitar a limpeza?		Prevista	Real

Figura 41: Lista de fontes de sujeira TVT.

LISTA DE LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO À LIMPEZA E INSPEÇÃO										
GRUPO MA _____										
Item	Máquina	O que dificulta a limpeza / inspeção?	Providência Imediata	Resp.	Data		Solução definitiva	Resp.	Data	
					Prevista	Efetiva			Prevista	Efetiva

Figura 42: Lista de locais de difícil limpeza e inspeção TVT.

Ao se realizar a listagem de prioridades de manutenção, o grupo MA deve se atentar a como a quebra de tal componente, equipamento ou máquina influencia no processo produtivo da empresa, ou seja, responder as seguintes perguntas:

- A parada desta máquina atrasará o processo produtivo?
- A parada desta máquina interromperá o processo produtivo?
- Pode ser feita uma manutenção corretiva planejada?
- Qual a influência da máquina nos custos de manutenção?
- Qual a frequência de quebra desta máquina?
- Quanto tempo será gasto na manutenção?
- Quantas pessoas serão necessárias para a manutenção?

- Quais sobressalentes deverão estar em estoque?

De posse das respostas dessas perguntas, o grupo MA, junto ao encarregado de manutenção deverão decidir a relevância da manutenção imediata da máquina definida como prioridade.

5.2.1.4. Retirada das etiquetas

As etiquetas colocadas, devem ser tiradas apenas quando foi solucionada a anomalia representada. Desta forma, deve-se visar a retirada de 80% das etiquetas (conforme metodologia) e devem ser registradas a tabela apresentada na Figura 56.

CONTROLE DE ETIQUETAS													
MÊS	ACUMULADO (ano anterior)	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19
ETIQUETAS COLOCADAS													
ETIQUETAS RETIRADAS													

Figura 43: Controle de etiquetas TVT.

5.2.1.5. Introduzir um padrão provisório

Após os procedimentos anteriores serem realizados, é preciso definir um padrão provisório de limpeza, onde a mentalidade de equipamento em condição de inspeção (ou seja, limpos), será concretizada junto aos colaboradores.

O padrão provisório é apresentado pela Figura 57.

PLANO PROVISÓRIO DE LIMPEZA									
GRUPO MA _____									
Item	Onde (Área)	Condição do Equipamento		Quem	Quando	Frequência	Método	Tempo de Limpeza	Condições necessárias (instrumentos)
		Funcionando	Parado						

Figura 44: Padrão provisório de limpeza - TVT

Na coluna referente ao método utilizado, o colaborador deverá evidenciar se a limpeza será feita com água, ar comprimido, por drenagem, raspagem ou algum outro tipo de limpeza definido.

5.2.2. Eliminar fontes de sujeira e áreas difíceis de limpar e inspecionar

5.2.2.1. Analisar fontes de sujeira e as áreas difíceis de limpar

Para realizar a análise de fontes de sujeira e áreas difíceis de limpar, os grupo MA se reunirão para preencher e analisar o formulário presente nas Figuras 16 e 17 da seção 1-3.2.2 seguindo os passos detalhados abaixo:

- 1- Definir se a área é difícil de limpar, inspecionar ou lubrificar;
- 2- Determinar equipamento;
- 3- Evidenciar nome do Grupo MA;
- 4- Definir tipo de sujeira (poeira, pó de vidro, restos de vidro, óxido, água, limo, etc);
- 5- Definir áreas difíceis;
- 6- Evidenciar número da etiqueta da qual foi identificada a anomalia;
- 7- Descrever problema;
- 8- Supor as possíveis causas do problema através de um *brainstorming*;
- 9- Determinar quais causas são por mão de obra, método de processamento, material processado ou da máquina e levar para o diagrama espinha de peixe;
- 10- Realizar os 5 porquês;
- 11- Determinar um plano de ação para a possível causa.

Após a análise das fontes de sujeira e áreas difíceis de limpar, as contramedidas serão tomadas através da técnica de ECRS, já comentada anteriormente. Com esta técnica a ação a ser tomada será melhor evidenciada, tornando a manutenção mais precisa e segura. Junto à técnica ECRS, também será utilizado o 5W1H, para definir um plano de ação referente à aplicação das contramedidas.

5.2.2.2. Implementar as soluções, atualizar o padrão de limpeza, monitorar os resultados



Este passo consiste nos resultados que as ações de limpeza inicial acarretarão na empresa, ou seja, as anomalias detectadas neste passo, se tornarão base para a instituição de um padrão de limpeza fixo e estabelecimento de planos de inspeção, que agora, com as máquinas limpas, será feita de maneira mais simples.

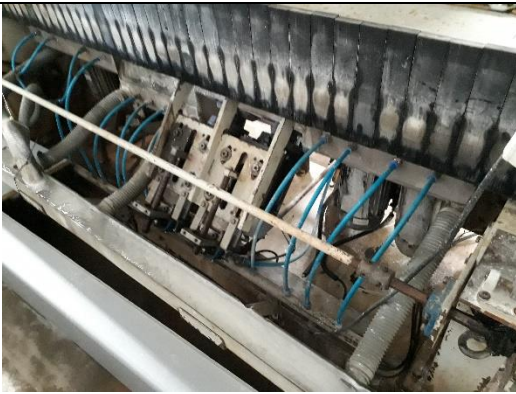

Nesta atividade, o padrão de limpeza desenvolvido na seção 5.2.1.5 será obrigatoriamente revisado, para ser atualizado de acordo com os parâmetros de limpeza da empresa se alterem, visando melhoria contínua.

5.2.2.3. Melhorar as áreas difíceis de inspecionar

Como o presente trabalho visa em estabelecer uma proposta de implementação, a melhoria não está incluída, pelo motivo de os resultados ainda estarem por vir. Porém é de obrigação da proposta apresentar áreas difíceis de inspecionar que devem ter uma maior atenção durante a implementação do programa. Estas áreas e as possíveis soluções são as apresentadas através da Tabela 15.

Tabela 15: Áreas difíceis de inspecionar e suas possíveis soluções.

Área	Situação Atual	Possíveis soluções
Topo do forno		*Construção de plataforma superior ao teto, facilitando a substituição de termopares, inspeção de fios e limpeza.
Bomba hidráulica do carregador bilateral		*Tirar carenagem e levantar os braços no ato da inspeção; *Desenvolver carenagem de acrílico, plástico ou outro material transparente.

<p>Bomba de vácuo do carregador bilateral</p>		<p>*Tirar carenagem e levantar os braços no ato da inspeção; *Desenvolver carenagem de acrílico, plástico ou outro material transparente.</p>
<p>Motores traseiros da Lapidadora LC8</p>		<p>*Desmontagem de suportes ao inspecionar; *Localizar lapidadora em local mais espaçoso.</p>
<p>Lado direito da Lavadora 1</p>		<p>*Retirar cavaletes para deixar a área de inspeção e limpeza livre.</p>

Feitas as alterações necessárias para se realizar um processo de inspeção e limpeza mais otimizado e mais rápido, é necessário o estabelecimento de diretrizes de inspeção, determinadas por um plano de inspeções periódicas, que é apresentado na Figura 58.

PLANO DE INSPEÇÃO								
Grupo MA								
Máquina	Setor	Componente	Método de Inspeção	Condição do Equipamento	Tempo Previsto	Frequência	Quem?	Quando?

Figura 45: Plano de inspeção TVT

Nas colunas referentes ao método de inspeção e à condição do equipamento, o preenchimento se dará seguindo os códigos de letras indicados pela Tabela 15:

Tabela 16 : Códigos de método de inspeção e condição do equipamento.

Método de Inspeção (MI)	Código MI	Condição do Equipamento (CE)	Código CE
Visão	V	Parado	PRD
Audição	A	Funcionando	FCN
Tato	T		
Olfato	O		
Pirômetro	P		
Multímetro	M		

O *checklist* de inspeção utilizado, deverá ser o presente no Anexo X, que como exemplo, apresenta o *checklist* da Lapidadora Bottero 110FC.

5.2.3. Criar e manter um padrão de limpeza, inspeção e lubrificação

5.2.3.1. Criar e manter padrão de limpeza e inspeção: formar os operadores

Nesta etapa, o principal objetivo é atualizar e otimizar os padrões de limpeza e inspeção adotados nos passos 1 e 2, e com base nestas atualizações, treinar os colaboradores para se adequarem à melhoria contínua dos sistemas de limpeza e inspeção.

Os pontos importantes a serem levantados nesta etapa são os seguintes:

- Quais pontos já foram limpos e quais ainda precisam de limpeza?
- Em pontos que a máquina tinha a necessidade de estar parada, eliminou-se esta condição?
- O número de pessoas fazendo a limpeza é pouco, muito ou o suficiente?
- Com base na limpeza inicial restaurando a máquina à condições básicas, sua frequência de limpeza diminuiu?
- Pode-se reduzir o tempo de limpeza?
- Todos os locais que devem ser inspecionados têm fácil acesso?
- Se houver locais de difícil inspeção, já foram solucionados?

- O operador está apto para desenvolver tais inspeções?

A partir das perguntas anteriores, o grupo MA terá embasamento suficiente para manter ou alterar os padrões de limpeza e inspeção desenvolvidos, e tais alterações devem ser registradas e feitas junto ao antigo padrão.

5.2.3.2. Estudar o sistema de lubrificação

Nesta etapa, é necessário primeiramente o estabelecimento de pontos de lubrificação por máquina, através de imagens ou desenhos. Abaixo, na Figura 59, é apresentado um exemplo prático aplicado na Transforme Vidros de como definir os pontos de lubrificação das máquinas.

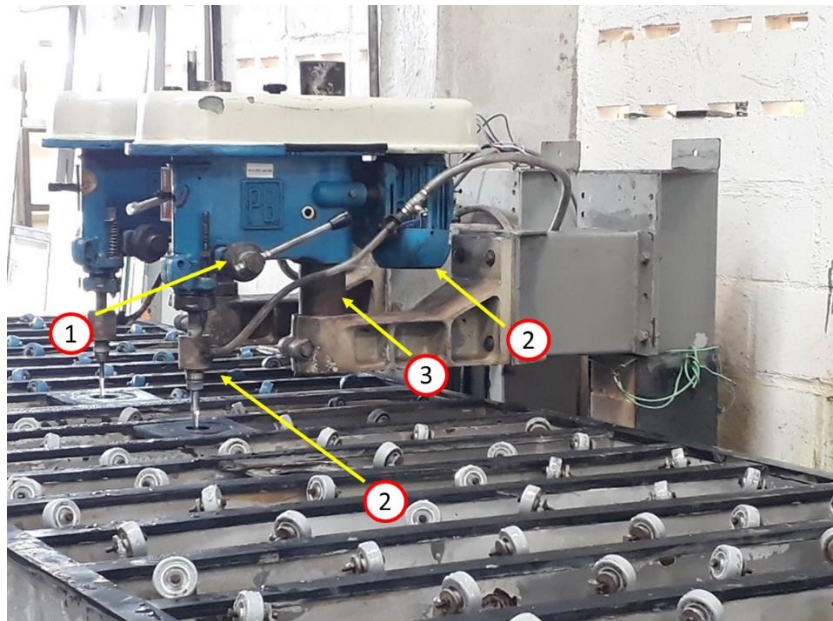


Figura 46: Pontos de Lubrificação de Furadeira da TVT.

Os números apresentados na Figura 59, representam qual o lubrificante utilizado em certo componente da máquina. No exemplo prático da furadeira, os lubrificantes utilizados são os seguintes:

- 1- Graxa;
- 2- Graxa Azul para rolamentos (FAG);
- 3- Graxa Líquida HHS 2000.

Desta forma deverão ser definidos os pontos de lubrificação de todas as máquinas por setor, onde os grupos MA estarão encarregados de tais tarefas.

No intuito de facilitar as atividades de definição de pontos de lubrificação, serão entregues aos membros dos grupos MA, fotos das máquinas para que eles consigam indicar

facilmente seus pontos de lubrificação e quais lubrificantes devem ser utilizados em cada um desses pontos.

5.2.3.3.Simplificar o sistema de lubrificação

Com relação à simplificação do sistema de lubrificação da TVT, ainda não existem procedimentos padronizados, dificultando uma revisão desses processos para o estabelecimento de suas melhorias. Desta forma, é importante focar em unificar lubrificantes e na disponibilidade de equipamentos de lubrificação.

Para unificar os lubrificantes, o encarregado de manutenção listará todos os tipos de lubrificantes utilizados e em seguida, junto aos grupos MA, definirá quais os melhores para determinar que um tipo de lubrificante na empresa, será apenas de uma marca.

Na disponibilidade de equipamentos para lubrificação, os grupos MA estabelecerão quais são essenciais para atividades de lubrificação, requisitando ao encarregado de manutenção e ao responsável pelo TPM, que o item será comprado para o seu setor. Dentre os itens necessário, podem estar presentes pistolas e bombas de graxa.

5.2.3.4.Criar um sistema de lubrificação visual e melhorar a logística de lubrificantes

A gestão visual de lubrificação deverá ser estabelecida de acordo com o padrão de cores da Figura 20 da seção 3.2.3. Um exemplo é apresentado na Figura 60, utilizando a mesma máquina do exemplo da Figura 59.



Figura 47: Identificação de pontos de rolamentos através de padrão de cores.

Desta forma, temos que o padrão de cores é dado da seguinte forma:

- 1- Graxa - Verde
- 2- Graxa Azul para rolamentos - Vermelho;
- 3- Graxa Líquida HHS 2000 – Amarelo.

5.2.3.5.Introduzir um programa de lubrificação

Ao se estabelecer padrões de lubrificação, é necessário também, elaborar um plano de lubrificação para o maquinário disponível, seguindo o modelo apresentado pela Figura 61.

PLANO DE LUBRIFICAÇÃO															
Grupo:						Equipamento:									
Nº	Descrição do Equipamento	Qtde. de pontos	Atv.	Sistema (Ferramental)	Qtde de Lubrificante	Freq.	Condição da Máquina		Executor	Quando	Tempo Previsto	Código do lubrificante e código de cor	Assinatura do executor	Tempo real utilizado	Conforme (C) Não conforme (NC) Observação
							Parada	Funcionando							

Figura 48: Plano de Lubrificação TVT

5.2.3.6.Formar os operadores e monitorar os resultados

Com relação à capacitação dos operadores, estes serão capacitados pelo mecânico, em como realizar lubrificações e como determinar períodos de lubrificação.

Para monitorar os resultados, todo final de mês, serão levantados os seguintes indicadores:

- Quantidade de lubrificante utilizado;
- Tempo empregado em lubrificação;
- Avarias e paradas decorrentes de falta de lubrificações;
- Número de pontos de lubrificação.

Esses indicadores, determinarão se o planejamento de lubrificação proposto está sendo realizado e se está sendo bem-sucedido como um todo.

5.3.Manutenção Planejada

Esta seção, apresenta o planejamento e as ferramentas que serão utilizadas na realização das atividades de Manutenção Planejada na Transforme Vidros Temperados.

O plano geral de implementação desse pilar, pode ser consultado no Anexo X, e tem o intuito de delimitar cronologicamente a realização das atividades.

5.3.1. Avaliar os equipamentos e entender a situação atual

5.3.1.1. Atualizar o elenco de máquinas

No ato de atualização do elenco das máquinas da Transforme Vidros Temperados, foi priorizado o tagueamento das máquinas e equipamentos de acordo com o setor, aglutinador, posição e especificações do equipamento.

As *tags* referentes a cada setor e sistema são apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17: Tags de setores

Setor	Tag	Sistema	Tag
Carregamento	001	Classificador de Colares	CLS-001
Corte	002	Ponte Rolante	PRL-001
Lapidação	003	Carregador Bilateral	CRB-001
Furação	004	Mesa de Corte	MCT-002
Lavagem	005	Lapidadora PC-600 "1"	LAP-003A1
Polimento	006	Lapidadora PC-600 "2"	LAP-003A2
Bisote	007	Lapidadora LC8	LAP-003B
Têmpera	008	Lapidadora Bottero 110FC	LAP-003C
		Lapidadora Modelada	LAP-003D
		Mesa de Furação 1	MFR-004A
		Mesa de Furação 2	MFR-004B
		Mesa de Furação 3	MFR-004C
		Lavadora 1	LAV-005A
		Lavadora 2	LAV-005B
		Mesa de Polimento	MPL-006
		Biseladora	BSL-007
		Forno	FRN-008
		Ventilador	VEN-008

As *tags* desenvolvidas seguem o modelo apresentado pela Figura 62.

LAP-003C-003-002



Figura 49: Modelo de Tag.

Onde o “Aglutinador” é o que reúne vários equipamentos em um endereço. Por exemplo, o aglutinador da *tag* apresentada na Figura 62, reúne os equipamentos do sistema de cério.

O elenco completo das máquinas está apresentado no Anexo para consulta.

A partir de janeiro de 2018, iniciaram-se atividades de planejamento e controle de manutenção na Transforme Vidros Temperados, e os dados foram recolhidos mês a mês, gerando histórico e indicadores de manutenção, que são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18: Resultados da manutenção em 2018 na Transforme Vidros Temperados

Tempo total de máquinas paradas	657,80 h
Tempo total de paradas	78
Máquina mais tempo parada	Lapidadora Bottero 110FC (134h)
Máquina com mais paradas	Lapidadora Bottero 110FC (11)
Máquina com menor TMEF	Lapidadora Bottero 110FC (56h)
Máquina com maior Tmpr	Lavadora 1 (64)*
Custo total de manutenção	R\$ 46.309,28
Máquina com maior custo de manutenção	Mesa de Corte (R\$ 18.634,54)
Tempo total de máquinas paradas	657,80 h

As quantidades de paradas das máquinas totais das máquinas em 2018 são apresentadas na Tabela 19:

Tabela 19; Quantidade de paradas e tempo de paradas das máquinas da TVT.

Máquina	Paradas	Tempo (h)	Máquina	Paradas	Tempo (h)
CLS-001	0	0	MFR-004A	5	19,1
PRL-001	2	16	MFR-004B	2	2,1
CRB-001	3	5,5	MFR-004C	2	2,1

MCT-002	7	33	LAV-005A	6	98
LAP-003A1	9	34	LAV-005B	4	66
LAP-003A2	6	63	MPL-006	5	40
LAP-003B	9	120	BSL-007	1	0
LAP-003C	11	134	FRN-008	5	32
LAP-003D	0	0	VEN-008	1	1

5.3.1.2. Classificar as máquinas (ABC)

Para classificar as máquinas, foi seguido o modelo apresentado através das Figuras 22 e 23 da seção 3.3.1, e foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 20.

Tabela 20: Classificação ABC de máquinas.

Máquina	Class.	Máquina	Class.
CLS-001	C	MFR-004A	C
PRL-001	A	MFR-004B	C
CRB-001	C	MFR-004C	C
MCT-002	A	LAV-005A	B
LAP-003A1	A	LAV-005B	B
LAP-003A2	A	MPL-006	C
LAP-003B	A	BSL-007	A
LAP-003C	A	FRN-008	A
LAP-003D	C	VEN-008	A

5.3.1.3. Definir o nível de gravidade de falhas

Com relação à definição de nível de gravidade de falhas, foi feita a análise com base na planilha apresentada na Figura 24, disposta na seção 3.3.1. A tabela 21, traz os resultados da análise realizada.

Tabela 21: Níveis de gravidade de falhas por máquinas.

Máquina	Grav. de falha	Máquina	Grav. de falha
CLS-001	Negligenciada	MFR-004A	Negligenciada
PRL-001	Negligenciada	MFR-004B	Negligenciada
CRB-001	Negligenciada	MFR-004C	Negligenciada

MCT-002	Crítica	LAV-005A	Crítica
LAP-003A1	Crítica	LAV-005B	Crítica
LAP-003A2	Crítica	MPL-006	Negligenciada
LAP-003B	Crítica	BSL-007	Negligenciada
LAP-003C	Crítica	FRN-008	Negligenciada
LAP-003D	Negligenciada	VEN-008	Negligenciada

5.3.1.4. Estabelecer o sistema de coleta de quebras

O sistema de coleta de quebras e de realização de procedimentos de manutenção, segue o modelo apresentado no Anexo X. O mesmo já está em vigência na Transforme Vidros Temperados desde o dia 1º de janeiro de 2018, e os resultados acima representados, foram obtidos através das análises das quebras presentes neste sistema.

5.3.1.5. Analisar KPI's e definir os objetivos da manutenção

Para se definir objetivos da manutenção na Transforme Vidros, é necessário estabelecer indicadores chave de performance (ou *Key Performance Indicators, KPI's*), que serão essenciais para as análises de quebrar e proporcionarão uma maior facilidade no estabelecimento de prioridades no plano de manutenção. Analisando os dados obtidos na amostragem de 1 ano na TVT, foram obtidos os seguintes valores das médias de MTBF e MTTR apresentados pelas Tabelas 21 e 22, respectivamente.

Tabela 22: MTTR de máquinas da TVT.

Máquina	MTBF (h/mês)	Máquina	MTBF(h/mês)
CLS-001	N/A	MFR-004A	151
PRL-001	164	MFR-004B	128
CRB-001	173,3	MFR-004C	160
MCT-002	152	LAV-005A	150,4
LAP-003A1	143,4	LAV-005B	164
LAP-003A2	152,8	MPL-006	127,1
LAP-003B	130,2	BSL-007	176
LAP-003C	138	FRN-008	151
LAP-003D	N/A	VEN-008	168

Tabela 23: MTTR de máquinas da TVT.

Máquina	MTTR (h/mês)	Máquina	MTTR(h/mês)
CLS-001	N/A	MFR-004A	4,3
PRL-001	4	MFR-004B	9
CRB-001	2,75	MFR-004C	1,1
MCT-002	5,7	LAV-005A	17,4
LAP-003A1	4,6	LAV-005B	16,5
LAP-003A2	10,6	MPL-006	9,8
LAP-003B	13,8	BSL-007	N/A
LAP-003C	21,1	FRN-008	5,8
LAP-003D	N/A	VEN-008	1

É importante ressaltar que os valores obtidos equivalem aos meses em que ocorreram falhas nas máquinas, ou seja, se uma máquina quebrou apenas em 2 meses, os valores de MTBF e MTTR equivalem a uma média desses meses, e não a média dos 12 meses do ano.

Observando os dados apresentados, e relacionando com resultados obtidos nas seções 5.3.1.1., 5.3.1.2 e 5.3.1.3, é possível determinar quais equipamentos são de prioridade máxima para a elaboração de um plano de manutenção preventiva mais eficiente.

Notamos que as lapidadoras são as máquinas que tiveram mais paradas durante o ano de 2018, sendo também as que ficaram mais tempo paradas. Além disso, suas classificações são todas “A” e o nível de suas quebras são críticas. Levando em conta os dados de MTBF e MTTR, essas máquinas têm os menores valores de MTBF, o que indica que quebram mais frequentemente, e alguns dos maiores de MTTR, indicando ineficiência em seus reparos, pois estão sendo feitos em períodos longos, deixando o equipamento improdutivo, e estão solucionando as falhas por tempos curtos.

O último *KPI* que se torna relevante para o estabelecimento de prioridades no plano de manutenção preventiva, é o de custos de manutenção, que são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24: Custo de manutenção anual de máquinas da TVT

Máquina	Custos (R\$/ano)	Máquina	Custos (R\$/ano)
CLS-001	R\$ 0,00	MFR-004A	R\$ 1907,70

PRL-001	R\$ 2.930,80	MFR-004B	R\$ 535,00
CRB-001	R\$ 332,65	MFR-004C	R\$ 234,00
MCT-002	R\$ 18.634,54	LAV-005A	R\$ 5.597,24
LAP-003A1	R\$ 554,00	LAV-005B	R\$ 1.397,50
LAP-003A2	R\$ 1.219,50	MPL-006	R\$ 726,00
LAP-003B	R\$ 3.264,00	BSL-007	R\$ 488,00
LAP-003C	R\$ 5.288,18	FRN-008	R\$ 11.008,00
LAP-003D	R\$ 0,00	VEN-008	R\$ 0,00

Analisando a tabela de custos, é interessante notar que mesmo sendo os equipamentos com mais paradas, maior tempo parado, classificação “A”, nível de quebras crítico, menores MTBF e maiores MTTR, as lapidadoras não são os equipamentos que custaram mais em manutenção para a empresa, tendo custos menores que MCT-002, FRN-008 e LAV-005A. Sendo assim, a conclusão que se tira é que definitivamente estes equipamentos devem ser prioridade no plano de manutenção preventiva da Transforme Vidros Temperados, pois são equipamentos críticos, onde 3 têm mais de 4 anos de uso, e que têm custos de manutenção não tão altos quanto outros 3 equipamentos.

Com a análise de dados feita, os objetivos da Manutenção Planejada na Transforme Vidros Temperados, tem os seguintes objetivos a se alcançar:

- Elaborar planejamento de manutenção preventiva focado nas lapidadoras;
- Diminuir em 30% os custos de manutenção;
- Diminuir o tempo de manutenção das máquinas estabelecendo em estoque de sobressalentes controlado;
- Agir prioritariamente de maneira preventiva em máquinas de classificação “A”;
- Implementar a metodologia 5S na oficina, com o intuito de diminuir o MTTR;
- Aprimorar procedimentos de manutenção com o apoio da implementação do pilar de Manutenção Autônoma.

5.3.2. Melhorar os pontos fracos na manutenção

Analisando o panorama atual da Transforme Vidros Temperados, é possível notar que a mudança que pode ser realizada de maneira rápida e eficiente é a implementação da

metodologia 5S na oficina, pois desta forma não se gastará mais tanto tempo procurando ferramentas e sobressalentes para realizar as manutenções de máquinas. Além disso, tornará o ambiente mais agradável de se trabalhar, melhorando as condições de trabalho do mecânico da empresa.

Neste momento, o Programa 5S está em andamento na TVT, começando pela arrumação, organização e padronização da oficina, que têm as fotos do antes e do depois apresentadas pela Figura 63.



(a)



(b)

Figura 50: (a) Antes do início do programa 5S; (b) Programa 5S em andamento.

Como o Programa 5S ainda está em andamento, é possível notar que a eliminação de itens inúteis e a arrumação já foi realizada, sendo assim, a padronização está em processo, através do etiquetamento de sobressalentes em suas caixas organizadoras.

Os resultados do Programa 5S deverão ser analisados após 1 mês de implementação total do programa, ou seja, assim que a oficina estiver totalmente padronizada, os tempos de manutenção começarão a ser observados, buscando diminuição

O acompanhamento do Programa 5S se dará através do *checklist 5S*, que pode ser encontrado no Anexo, e desta forma, será possível quantificar o desenvolvimento e melhoria do programa.

5.3.3. Definição de Plano de Manutenção Preventiva

O plano de manutenção preventiva desenvolvido para a Transforme Vidros Temperados, tomou como base a análise de dados realizada na seção 5.3.1.5. e está presente no ANEXO. Levando em conta os dados, a alternativa encontrada para a solução das manutenções nas lapidadoras foi de integrar fortemente o pilar de MA com o pilar de MP, ou seja, o número de inspeções em rolamentos será frequente, necessitando da ação do operador nestas atividades, seguindo o plano de inspeção também apresentado em ANEXO. A escolha por inspeção de rolamentos, se deu por conta de as quebras destes componentes representarem aproximadamente 67% das quebras totais destas máquinas. Da mesma forma, se estabelecerá um estoque dos principais rolamentos, resultando em uma manutenção mais rápida e mais confiável das lapidadoras.

5.3.4. Sistema de informações de manutenção

O sistema de informações implementado na Transforme Vidros Temperados, tem como itens os apresentados abaixo:

- Cadastro de equipamentos;
- Programação de preventivas (onde se dispõe o cronograma de preventivas e as atividades a serem realizadas);
- Registro de atividades preventivas e corretivas (uma planilha que tem como entradas a data da ocorrência, o tempo de máquina parada, o material utilizado, a ação tomada, o executante e o custo de manutenção);

- O controle geral das manutenções (que mostra o tempo total de paradas, o total de paradas e os custos gerais, da empresa como um todo);
- MTBF e MTTR (registro destes indicadores com base nos dados de alimentação da seção de registro de preventivas e corretivas);
- A lista total de máquina e equipamentos;
- Gráficos de desempenho (mostram a evolução de custos, MTBF, MTTR e paradas).

Os modelos do sistema de informações, tanto como a sua interface, são apresentados em ANEXO para melhor visualização de seu funcionamento.

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo principal elaborar uma proposta implementação de ferramentas referentes à metodologia da Manutenção Produtiva Total com devidas alterações para se adequarem à realidade atual da empresa Transforme Vidros Temperados, empresa de beneficiamento de vidros planos de Santo Antônio de Jesus na Bahia.

A elaboração da proposta consistiu em desenvolver um plano de implementação da Manutenção Autônoma, analisar os KPI's das máquinas e equipamentos, aprimorar os planejamentos de manutenção preventiva e corretiva, e criar um sistema de gestão de manutenção, que englobe todos os pontos anteriormente explicitados.

No desenvolvimento da proposta de implementação do pilar de Manutenção Autônoma na TVT, foram priorizados alguns fatores particulares a esta empresa, que foram determinando para a definição de atividades, métodos para a avaliação de resultados, como: número de funcionários no setor de produção (25), número de máquinas (27), número de mecânicos (1) e espaço físico. Desta forma, a metodologia original de implementação pôde ser alterada para satisfazer as demandas identificadas na empresa.

O treinamento dos operadores em Manutenção Autônoma servirá como uma melhoria de qualidade em intervenções nas máquinas, pois atualmente, os mesmo já realizam pequenas manutenções nas máquinas, como trocas de relés e lubrificações, porém, sem nenhum padrão a ser seguido ou meio de registro de intervenções, desta forma, por exemplo, as lubrificações são excessivas, levando a um desperdício de graxa/óleo lubrificante, gerando custos altos para a empresa mensalmente. A capacitação em substituição de rolamentos será muito importante para a melhoria dos KPI's de manutenção, pois as ações serão mais rápidas e eficientes, e como abordado nos resultados, a quebra de rolamentos representa 67% das quebras de toda a planta, por isso, o foco neste quesito será primordial.

A implementação de um plano de limpeza na TVT também é de extrema urgência, pois os processos geram principalmente, pó de vidro, resíduo que é altamente incrustante, causando emperramentos, que geram quebras que param as máquinas. Sendo assim, um processo de limpeza constante e padronizado, como proposto, será fundamental para a melhoria da função manutenção na empresa.

Com relação ao pilar de Manutenção Planejada, os resultados apresentaram a análise do que foi obtido com a criação do Sistema de Gestão da Manutenção para a Transforme Vidros, as

melhorias que devem ser feitas no sistema e a definição de objetivos claros para o ano de 2019. Também foi feita uma análise de maquinário, mesclando resultados do sistema e a ferramentas da metodologia TPM, e desta forma, foram definidos os equipamentos mais críticos da planta.

Foi possível notar que um sistema de informações sobre manutenção em uma empresa é essencial, pois proporciona uma visão mais detalhada sobre o estado atual de maquinário e de investimento nos mesmos, ou seja, esse sistema é necessário para aprender a enxergar os pontos precisos onde agir para ter resultado positivos rápidos, como por exemplo, foi atestado que as lapidadoras são os equipamentos que tem um elevado nível de criticidade na planta, pois são os que mais quebram e mais ficam tempo paradas, gerando custos de reparo e perdas de produção (que não foram abordadas neste trabalho).

Como sugestão de melhoria, foi apresentado o desenvolvimento do Programa 5S na oficina, que tem o intuito de otimizar os tempos de manutenção, evitando altos períodos de máquinas paradas. O programa ainda está em processo, porém, já é notável que o estabelecimento de um padrão, torna a execução de manutenções menos trabalhosa, pois diminui principalmente o tempo de procura de ferramentas e de sobressalentes, que estão sendo estocados em locais de fácil acesso e visibilidade.

O desenvolvimento do plano de manutenções preventivas, se deu por conta das análises realizadas, sendo assim, os procedimentos são mais claros e se busca uma maior confiabilidade nas intervenções realizadas. Associando o planejamento de manutenções ao Sistema de Gestão de Manutenção criado, temos que a empresa terá informações suficientes para estabelecer um sistema de melhoria contínua na planta.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Branco Gil F. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção.** - Rio de Janeiro : Editora Ciência Moderna, 2008.

Campos Júnior E.E. **Reestruturação da área de planejamento, programação e controle na Gerência de manutenção portuária.** - São Luís : Universidade Estadual do Maranhão, 2006.

Costa Mariana de Almeida **Gestão Estratégica da Manutenção: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.** - Juiz de Fora : Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

Fogliatto Flávio Sanson e Ribeiro José Luis Duarte **Confiabilidade e Manutenção Industrial.** - Rio de Janeiro : Elsevier, 2009.

Kardec Alan e Nascif Júlio **Manutenção: Função Estratégica.** - Rio de Janeiro : Qualitymark, 2009.

Moubray J. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade.** - São Paulo : Aladon, 1996.

Nakajima Seiichi **Introduction to TPM.** - Portland - Oregon : Productivity Press, 1984.

Netto Wady Abrahão Cury **A importância e a aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas indústrias.** - Juiz de Fora - MG : Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

Souza José Barrozo de **Alinhamento das Estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e funções do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma Abordagem Analítica.** - Ponta Grossa : Universidade Tecnológica Federal do Paraná , 2008.

Tavares Lourival **Administração Moderna da Manutenção.** - Rio de Janeiro : Novo Pólo Publicações , 1999.

Togo Yukiyasu e Wartman William **Against all odds: The story of the Toyota Motor Corporation and the family that created it.** - New York : St. Martin's Press, 1993. - Vol. 1.

Viana Hebert R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção.** - Rio de Janeiro : Qualitymark, 2002.

Wyrebski Jerzy **Manutenção Produtiva Total - Um modelo adaptado.** - Florianópolis - SC : Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

Xenos Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade.** - Belo Horizonte : Editora DG, 1998.

