



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ARTUR REURE SILVA DE FREITAS

**ESTUDO DE CASO – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO
AUTÔNOMA EM UMA FÁBRICA DE REFRIGERAÇÃO**

**FORTALEZA
2022**

ARTUR REURE SILVA DE FREITAS

ESTUDO DE CASO – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO
AUTÔNOMA EM UMA FÁBRICA DE REFRIGERAÇÃO

Artigo TCC apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza – FAMETRO – como requisito para a obtenção do grau de engenheiro, sob a orientação da prof. ^o Renan Almeida.

FORTALEZA

2022

ARTUR REURE SILVA DE FREITAS

ESTUDO DE CASO – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO
AUTÔNOMA EM UMA FÁBRICA DE REFRIGERAÇÃO

Artigo TCC apresentado no dia 12 de dezembro de 2022 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção da Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza – FAMETRO – tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Esp. Renan Torquato Almeida
Orientador – Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

Prof^a. Dr^a. Karla Lúcia Batista Araújo
Membro - Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

Prof^o. M^o. Adriel Jesus de Souza
Membro - Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela ajuda e proteção, pela Sua força e presença constante, e por me guiar à conclusão de mais uma preciosa etapa de minha vida.

Aos professores Renan Torquato e Jefferson Ribeiro que com seus cuidados de mestre, orientaram-me na produção deste trabalho.

Aos meus parentes e amigos que sempre me incentivaram a estudar e buscar a tão sonhada graduação em Engenharia de Produção.

Agradeço à empresa Alfa S/A pela oportunidade e credibilidade, e tornarem possível este trabalho.

A essência do conhecimento consiste em aplicá-lo, uma vez possuído.

Confúcio

ESTUDO DE CASO – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA EM UMA FÁBRICA DE REFRIGERAÇÃO

Artur Reure Silva de Freitas¹

Renan Torquato Almeida²

RESUMO

As empresas de hoje estão inseridas em um ambiente globalizado e cada vez mais competitivo, forçando-as a se tornar excelentes em tudo. O presente trabalho oferece uma aplicação da metodologia TPM com foco no pilar de Manutenção Autônoma em uma empresa do ramo metal mecânico, localizada na cidade de Maracanaú - Ceará. O objetivo principal deste estudo é buscar reduzir o número de paradas não programadas de máquina da fábrica de Refrigeração dessa indústria. Assim, com a finalidade de acompanhar a eficácia da aplicabilidade neste âmbito de atuação, a metodologia TPM com foco na Manutenção Autônoma, serão aplicados nesta empresa, visando a melhoria contínua do processo produtivo, encontrando anomalias de forma preventiva e sugerindo ações corretivas e preventivas para solucioná-las. Neste estudo, após a utilização da metodologia supracitada, observou-se na fábrica de Refrigeração uma vertente mais disciplinada e conhecedora do equipamento que a anterior. Uma evidência disso foi a evolução da Disponibilidade na média trimestral de 85% para 91% que resultou em um ganho médio de 6% na Disponibilidade da máquina 320 ainda no primeiro trimestre de aplicação. Estima-se que ainda no 3º trimestre deste mesmo ano de 2022, os registros de Disponibilidade desta máquina atinjam um valor próximo de 95%, o que permite afirmar que o emprego da Manutenção Autônoma é eficaz.

Palavras-chave: Manutenção Autônoma. Lean Manufacturing. Melhoria Contínua.

¹Graduando do curso de Engenharia de produção pela Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza – FAMETRO.

²Orientador do curso de Engenharia de Produção da Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza – FAMETRO.

ABSTRACT

Today's companies are embedded in a globalized and increasingly competitive environment, forcing them to become excellent at everything. The present work offers an application of the TPM methodology focusing on the autonomous maintenance pillar in a company in the mechanical metal industry, located in the city of Maracanaú - Ceará. The main objective of this study is to try to reduce the number of unscheduled machine stops from the Refrigeration plant of this industry. Thus, in order to monitor the effectiveness of applicability in this scope of operation, the TPM methodology focused on Autonomous Maintenance will be applied in this company, aiming at the continuous improvement of the production process, finding anomalies in a preventive way and suggesting corrective and preventive actions to solve them. In this study, after the use of the aforementioned methodology, a more disciplined and knowledgeable aspect of the equipment was observed in the Refrigeration plant than the previous one. An evidence of this was the evolution of availability in the quarterly average from 85% to 91% that resulted in an average gain of 6% in 320 machine availability in the first quarter of application. It is estimated that in the third quarter of the same year of 2022, the availability records of this machine reach a value close to 95%, which allows us to affirm that the use of autonomous maintenance is effective.

Key words: Autonomous Maintenance. Lean Manufacturing. Continuous Improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A função da manutenção no processo produtivo	19
Figura 2 - Evolução da manutenção.....	20
Figura 3 - Os cinco princípios básicos do pensamento Lean.....	24
Figura 4 - Quadro de Kanban.....	27
Figura 5 - Modelo de diagrama de trabalho padronizado	29
Figura 6 - Dashboard da gestão de segurança do trabalho.....	30
Figura 7 - Objetivos do TPM	31
Figura 8 - Os oito pilares do TPM.....	35
Figura 9 - Visão geral sobre o pilar de M.A	36
Figura 10 - Etiquetas de MPT	40
Figura 11 - Injetora de Plásticos Haitian 320	51
Figura 12 - Histórico de paradas da máquina 320 no 2º semestre de 2021	52
Figura 13 - Gráfico de Pareto do top 5 das falhas da máquina 320.....	54
Figura 15 - Workshop TPM	56
Figura 16 - Treinamento teórico sobre TPM e M.A para os operadores	57
Figura 17 - Equipe atuante no Dia D	57
Figura 18 - Gráfico de Disponibilidade da 320 antes da M.A.....	60
Figura 19 - Gráfico de Disponibilidade da 320 após a M.A.....	61
Figura 20 - LUPs implantadas na máquina 320.....	62
Figura 21 - Controle Visual.....	63
Figura 22 - Quadro de Gestão à Vista.....	64
Figura 23 - Fluxo de etiquetas MPT	64
Figura 24 - Etiqueta MPT no local do problema	65
Figura 25 - Comparativo das melhorias antes e após a M.A	66
Figura 26 - Sistema de proteção do Bico Injetor.....	67
Figura 27 - Sistema de refrigeração do Inversor	68
Figura 28 - Poka Yoke	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - As dez regras de ouro que resumem o Kaizen.....	26
Tabela 2 - Significado de cada “S” no Japão e no Brasil	28
Tabela 3 - Os três fundamentos do trabalho padronizado	29
Tabela 4 - As seis grandes perdas.....	33
Tabela 5 - Habilidades referentes às atividades de Manutenção Autônoma	38
Tabela 6 - As doze etapas de implantação do TPM.....	48
Tabela 7 - Tempo indisponível e perdas da máquina 320	53
Tabela 8 - Plano de Ação.....	54
Tabela 9 - Cronograma de implantação da M.A	55
Tabela 10 - Controle de etiquetas TPM.....	58
Tabela 11 - Melhoria da Disponibilidade após a M.A	59
Tabela 12 - Redução de custos de manutenção após a M.A	69

LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Relatório A3 do Evento da Haitian 320

Anexo B - Checklist de Inspeção

Anexo C – Lição de Um Ponto

Anexo D – Par de Etiquetas MPT de Anomalia Resolvida

LISTA DE ABREVIATURAS

TPM	Total Productive Maitenance
MPT	Manutenção Produtiva Total
JIPM	Japan Institute Plaint Maintenance
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ISO	Organização Internacional de Padronização
NBR	Norma Brasileira
JIT	Just In Time
IT	Instrução De Trabalho
LUP	Lição De Um Ponto
IOT	Internet Of Things
EBS	E-Business Suite
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PCP	Planejamento e Controle da Produção
M.A	Manutenção Autônoma
TRD	Tempo Real disponível

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Tema	15
1.2	Problemática e justificativa.....	16
1.3	Hipótese	16
1.4	Objetivos	17
1.4.1	Objetivo Geral	17
1.4.2	Objetivos Específicos	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Definição de Manutenção.....	17
2.2	História da Manutenção	19
2.3	Tipos de Manutenção	21
2.3.1	Manutenção Corretiva	21
2.3.2	Manutenção Preventiva	22
2.3.3	Manutenção Preditiva	22
2.3.4	Manutenção Detectiva	23
2.4	Lean Manufacturing.....	23
2.4.1	Ferramentas do Lean Manufacturing	26
2.5	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - MPT	30
2.5.1	As Seis Grandes Perdas.....	32
2.5.2	Quebra Zero	34
2.5.3	Os Oito Pilares do TPM	35
2.5.4	As Doze Etapas de Implantação do TPM	47
3	METODOLOGIA.....	49
3.1	Tipo de Estudo.....	49
3.2	Local do Estudo.....	50
3.3	Detalhamento do Problema	50

3.4	Análise de Dados	51
3.5	Implantação da Manutenção Autônoma (M.A)	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4.1	Ferramentas de M.A Implantadas	61
4.2	Checklist de Inspeção	61
4.3	LUP	62
4.4	Controle Visual	62
4.5	Gestão à Vista	63
4.6	Melhorias Implementadas	65
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
	REFERÊNCIAS	72
	ANEXOS	77
	ANEXO A – Relatório A3 do evento da Haitian 320	77
	ANEXO B – Checklist de Inspeção	78
	ANEXO C – Lição de Um Ponto	79
	ANEXO D – Par de Etiquetas MPT de Anomalia Resolvida	80

1 INTRODUÇÃO

As empresas de hoje estão inseridas em um ambiente fortemente globalizado e cada vez mais competitivo, forçando-as a encarar desafios concernentes a redução de custos, maximização dos seus lucros, padronização de seus processos, marketing, qualidade e prazo de entrega. Além disso, a busca pela melhoria contínua se torna uma prática diária, pois o cenário econômico está em constantes mudanças e as empresas precisam estar cada vez mais preparadas para esta “inconstância” e para estes diferentes momentos do cenário econômico segundo Queiroz (2015).

A melhoria contínua dentro de uma empresa se dá através da implantação de metodologias de trabalho envolvendo gestão, processos, qualidade, custos, clientes internos e externos. Dentre essas metodologias temos como destaque a Produção Enxuta (Lean Manufacturing) que dispõe de ferramentas que podem ser utilizadas nos mais diversos ramos da indústria, diferentes áreas produtivas e objetivos diversos. O Lean Manufacturing é uma metodologia que busca eliminar desperdícios através da detecção das atividades que agregam valor para receberem investimentos específicos e das que não agregam para serem eliminadas de acordo com (LIKER 2005).

Além disso, o Lean propõe que o posto de trabalho seja organizado e que propostas de melhorias sejam apresentadas constantemente (WOMACK Et., Al., 1992). Desta forma, a empresa se torna capaz de eliminar tempo perdido e custos com atividades que não agregam valor e conseqüentemente não lhe trazem benefícios algum. Para Coutinho (2020), os desperdícios existentes em uma organização podem ser interpretados como um conjunto de atividades que consomem recursos, mas não criam valor para o cliente. Então, conforme a filosofia Lean, a busca constante pela eliminação e maximização dos desperdícios evidenciará os ganhos no quesito qualidade, produtividade e custos, elevando o nível competitivo da empresa e construindo uma cultura interna de excelência e melhoria contínua.

Devido a este cenário muito competitivo, se faz necessário o uso de uma metodologia de fácil adaptação e que traga os resultados esperado pela empresa

nas áreas de custos, qualidade e prazos de entrega e um exemplo de umas delas é a – Manutenção Produtiva Total - TPM (KARDEC, RIBEIRO, 2009).

O TPM surgiu no Japão na década de 70 com o intuito de melhorar a manutenção preventiva que havia nascido nos Estados Unidos na década de 50 com uma vertente que preza o engajamento de todos os colaboradores da empresa, desenvolvendo uma mentalidade de “perda zero” (quebra zero, zero acidente e zero defeito) fazendo com que esse sistema colabore entre si, gerando responsabilidades entre as partes, mudança de cultura e elevando o nível produtivo da planta.

O TPM engaja fortemente a execução de manutenções de rotina das máquinas e equipamentos que estão instalados na unidade fabril até a gestão total da qualidade quer seja produto e ou serviço, envolvendo totalmente a equipe de produção e desenvolvendo neles o senso de dono do negócio. Desta forma entramos em um ciclo de melhoria contínua, alocando a equipe de manutenção para trabalhos mais complexos que exigem qualificação específica e aproveitamos os operadores destas máquinas para uma importante atuação no papel de os “olhos da manutenção”. Após os operadores passarem por um processo de capacitação na metodologia TPM, estes colaboradores estarão habilitados na realização de pequenas operações de manutenção preventiva, inspeções, preditivas e corretivas na metodologia TPM de acordo com Almeida (2014).

1.1 Tema

O tema deste trabalho é o uso da metodologia TPM com a finalidade de propor melhorias nas máquinas, capacitar os colaboradores nos conceitos desta metodologia, disseminar conhecimentos sobre operação e manutenção de máquinas e redução das paradas indesejadas. Para desenvolver esta pesquisa, foi escolhida uma fábrica de refrigeração, onde estão instaladas máquinas de alto porte produtivo e que são classificadas como equipamentos essenciais para o sistema produtivo da empresa. Atualmente estas máquinas estão sob uma constante problemática de falhas operacionais, falhas de manutenção, baixa produtividade, baixa qualidade e atraso na entrega do produto a final.

1.2 Problemática e justificativa

Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de aprimoramento da capacidade de análise e solução de problemas utilizando uma metodologia conceituada que quando bem aplicada, entrega excelentes resultados. Será apresentado um trabalho estruturado evidenciando o antes e depois da área escolhida como projeto piloto para receber esta nova estratégia de gestão.

Durante o estudo, foi observado baixa produtividade, baixo estoque de peças plásticas para atender a linha de montagem do mix de produtos, baixa qualidade das peças produzidas e um alto índice de retrabalho e sucata. Isso se dava pelo alto número de interrupções das máquinas por diversos problemas de manutenção.

Diante deste cenário de baixo desempenho geral, a Manutenção Autônoma foi escolhida como metodologia oriunda do TPM para contribuir de forma eficiente para o processo de melhoria contínua da área piloto, disponibilizando ferramentas que auxiliam na busca por melhores resultados, obtenção de ganhos no quesito qualidade, disponibilidade e produtividade.

1.3 Hipótese

A hipótese levantada é a relação entre as paradas não programadas das máquinas e a falta de uma gestão autônoma que poderia ser realizada pelos próprios operadores.

Como que o operador poderia contribuir na antecipação das falhas operacionais e de manutenção das máquinas?

Seguindo o exemplo de grandes empresas como a Toyota, a aplicação da filosofia TPM deve proporcionar, no estudo abordado nesta pesquisa, uma melhoria de processo quando comparado sua situação antes e depois da aplicação. Espera-se com a aplicação desta metodologia aconteça o resultado esperado.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral aplicar a Manutenção Autônoma, oriunda da metodologia TPM e mostrar os benefícios da utilização desta ferramenta em uma indústria de Refrigeração.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Conceituar o TPM;
- Implantar a metodologia de Manutenção Autônoma no setor de Injeção de Plásticos;
- Evidenciar os ganhos com a aplicação da ferramenta de Manutenção Autônoma utilizando indicadores de redução de paradas;
- Evidenciar as melhorias implementadas;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para que possamos entender como surgiu o TPM e especificamente o pilar de Manutenção Autônoma, foco deste trabalho, neste capítulo será apresentado um breve histórico e uma breve revisão sobre a manutenção industrial e seus conceitos até chegarmos na Manutenção Produtiva Total, pois esta tem um papel importantíssimo dentro das empresas na garantia da disponibilidade, performance e conseqüentemente da qualidade dos seus produtos e serviços.

2.1 Definição de Manutenção

Podemos definir a manutenção como um conjunto de atividades que tem o objetivo de restabelecer e conservar um determinado bem em seu estado natural de especificação mantendo-o em perfeito estado de conservação, operação e funcionamento como: máquinas, equipamentos, acessórios, e tudo que for de ativo ligado à planta industrial (OLIVEIRA, 2013).

De acordo com Andrade (2012), os equipamentos estão sujeitos a degradação e a manutenção industrial passa a ser uma estratégia indispensável

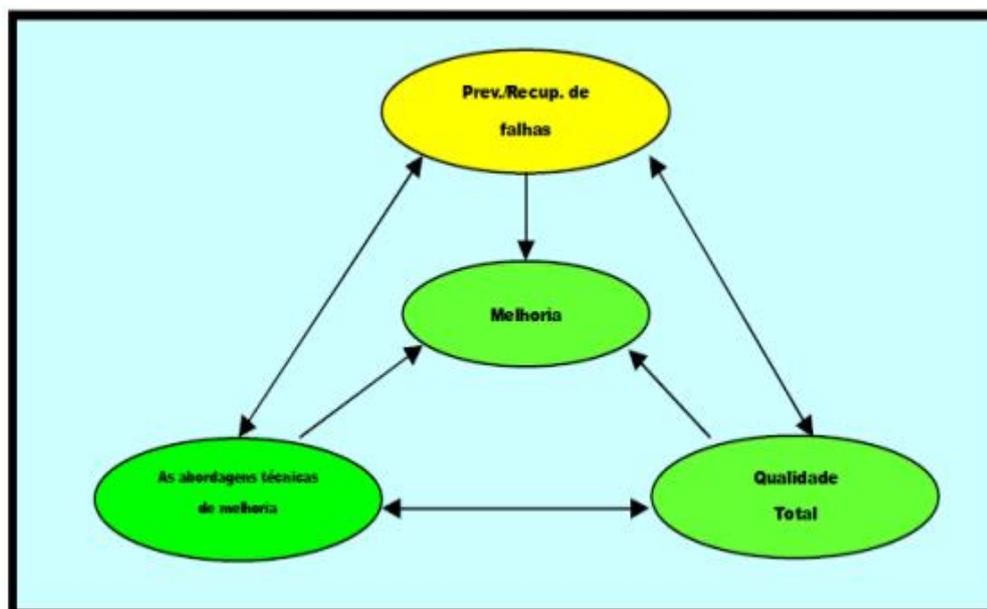
dentro de uma empresa que deseja manter seus ativos (máquinas e equipamentos) em um bom estado de conservação e funcionamento. Quando implantada, se torna uma forma de prevenir problemas dos mais diversos níveis de complexidade que poderiam ser evitados e uma forma de coibir prejuízos à linha de produção proveniente do desgaste natural do maquinário.

De acordo com Paschoal (2009), a manutenção permite a continuidade operacional de uma planta fabril sem surpresas e / ou prejuízos para o seu sistema produtivo com as sua rotina de inspeções, preventivas e monitoramento das máquinas. Apesar de ser vista com um custo evidente, a manutenção precisa ser tratada como prioridade, pois sua atuação eleva o patamar competitivo de qualquer organização. As ações mais importantes da manutenção são:

- Tratativa e bloqueio de falhas, avarias e quebras para garantir uma produção constante e uma maior vida útil dos equipamentos.
- Preservação da integridade e segurança das pessoas mantendo os itens de segurança sempre revisados.
- Boas práticas de meio ambiente realizando um correto descarte do material utilizado nas manutenções (graxas, óleos, material eletroeletrônico etc.).

De acordo com Slack, Chambers, Johnston (2008), toda empresa que tenha processo de manufatura necessita melhorar constantemente seu processo produtivo, pois é uma cultura que toda organização precisa ter para seguir competitiva frente a seus concorrentes. Para que se chegue a um resultado excelente no qual possamos chamá-lo de melhoria de processo é preciso criar um parâmetro e conhecer, ou seja, conhecer em que padrão o processo se encontra ou o quão bom ele já é. Na Figura 1 temos o exemplo da função da manutenção no processo produtivo.

Figura 1 - A função da manutenção no processo produtivo



Fonte: Slack, Chambers, Johnston (2008)

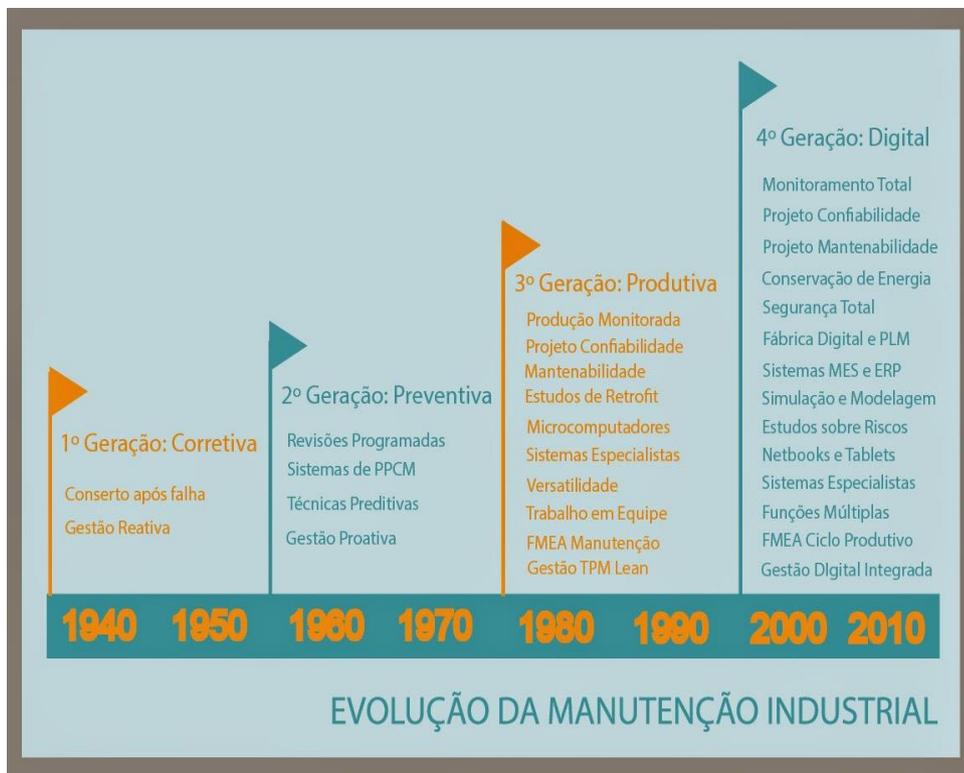
2.2 História da Manutenção

A manutenção tem um histórico de acompanhar a evolução técnica industrial da humanidade, no fim do século XX, com a chegada dos maquinários totalmente mecanizados se viu a necessidade dos primeiros consertos e reparos. A manutenção era tida com algo secundário e era executada de qualquer forma, pois não havia um planejamento prévio e o próprio operador que a realizava. Mas ao passar do tempo, foi enxergado uma possibilidade de evolução que poderia contribuir com grande importância para o desenvolvimento do homem, da indústria e dos maquinários.

Com a chegada da guerra mundial se sentiu a necessidade de adequação dos planos de produção. Assim surgiu a necessidade de se desenvolver uma equipe especializada em reparos e capacitada para solucionar problemas oriundos das máquinas, no menor tempo possível, e de criar métodos de manutenção que inibissem a ocorrência destes problemas indesejados. Hoje temos um avanço acelerado da ciência tecnológica que tem contribuído fortemente para o surgimento de máquinas modernas e cada vez mais sofisticadas com engenharia de ponta e instaladas nos mais diversos setores da economia global. Atualmente, com essa situação de alto desenvolvimento, a manutenção assume um papel de primeira

grandeza entre os demais serviços que qualquer empresa precisa ter para determinação de seu sucesso no mercado (FONTES, J. M., p.208). Na Figura 2 temos o histórico da evolução da manutenção industrial.

Figura 2 - Evolução da manutenção



Fonte: Adaptado de Profissional Tech One (2017).

Moraes (2004) enfatiza que as fases da manutenção abaixo:

A 1ª geração ocorreu entre o período das duas guerras mundiais e ficou conhecida como manutenção corretiva, ou seja, conserto após a falha da máquina.

A 2ª geração ocorreu entre o período pós segunda guerra mundial até meados dos anos 70. Nesta fase, já entra o conceito de manutenção preventiva que é a intervenção baseada no tempo de operação da máquina e o PCM (Planejamento e Controle da Manutenção).

A 3ª geração surgiu a partir de 1970. Com o aumento da produtividade relacionada aos custos de paradas de máquina, nasceu o conceito de manutenção preditiva, ou seja, intervenção baseada na condição atual da máquina. Neste período surgiu o conceito do TPM baseado no conceito de manutenção preventiva.

A 4ª geração surgiu em meados dos anos 2000 até os dias de hoje. Nesta fase se solidificou ainda mais o monitoramento em tempo real das máquinas, buscando maior confiabilidade, disponibilidade, proatividade, redução de custos e uma maior produtividade da planta. Com o advento da Internet das Coisas (IoT), as análises de dados passaram a ser um grande aliado para o um bom planejamento da manutenção. Sustentabilidade também ganhou força neste período, pois o uso consciente e o correto descarte de todo material de manutenção (graxas, óleos, estopas, materiais elétricos e seus derivados) é importante para a preservação do meio ambiente, para o bem-estar e a segurança das pessoas.

Percebemos que ao passar do tempo, a manutenção passou por quatro grandes e importantes etapas de transformação, sempre evoluindo para acompanhar o ritmo de mercado imposto pela competitividade, produtividade e qualidade dos seus produtos e serviços.

2.3 Tipos de Manutenção

Esta evolução trouxe alguns tipos de manutenção que são aplicados conforme a estratégia da empresa e necessidade da máquina. São formas diferentes de intervenção baseado em critérios propostos pelo próprio fabricante e alinhado às características da empresa. Temos a seguinte classificação: manutenção corretiva (não programada e / ou programada), manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção detectiva. Todos estes tipos têm em comum o objetivo de manter, conservar, substituir, restaurar e prevenir os maquinários para que estes possam exercer suas funções nas quais foram projetados (VIANA, 2002).

2.3.1 Manutenção Corretiva

É aquela que acontece de forma inesperada e é utilizada como a tratativa de correção da falha logo após a pane do equipamento ou para correção do seu baixo rendimento. De acordo com Otani; Machado (2008) temos a corretiva não programada e a programada. Conforme a ABNT (1994) e a NBR 5462, a corretiva não programada é a execução do reparo da máquina de imediato para colocá-la em funcionamento logo após a quebra. A corretiva programada, de acordo com Kardec

e Nascif (2001) é a correção do baixo rendimento da máquina ou da falha de forma gerencial, ou seja, é identificado um problema na máquina, e realizado uma programação de parada para correção conforme o alinhamento entre produção e manutenção.

2.3.2 Manutenção Preventiva

É realizada nas máquinas que estão em condições normais de operação para com o objetivo de prevenir falhas e paradas indesejadas (corretivas). Este tipo de manutenção permite um controle sistemático de paradas programadas baseado no tempo de operação do equipamento e conseqüentemente uma redução de falhas ou de baixo rendimento que estes poderiam apresentar durante a produção. Uma das garantias de sucesso deste tipo de manutenção é estar na determinação dos intervalos de tempos entre uma parada planejada e outra (OTANI; MACHADO, 2008).

2.3.3 Manutenção Preditiva

De acordo com Almeida (2000) a manutenção preditiva está atrelada a um novo conceito de manutenção preventiva, mas que está baseada na condição do equipamento. Conforme a NBR 5462 (1994) este tipo de manutenção visa garantir uma alta qualidade de serviço utilizando uma aplicação sistemática de técnicas de análise, com o auxílio de equipamentos de supervisão e de amostragens, com o fim de reduzir as manutenções preventivas e corretivas. Com o equipamento em funcionamento, podemos realizar uma inspeção com instrumentos apropriados dos pontos críticos mensurado pelo fabricante ou pela própria manutenção. Segue abaixo um resumo das principais técnicas de manutenção preditiva:

➤ **Análise de óleo:** é realizada através da coleta de uma amostra do óleo a ser analisado e enviado para um laboratório específico. Através deste procedimento, é possível identificarmos a presença de partículas sólidas provenientes de desgastes de componentes móveis e contaminantes líquidos como água, outros óleos diferentes etc.

- **Análise de Vibração:** é realizada com o auxílio de um analisador com sensores elétricos que captam as oscilações de máquinas e equipamentos giratórios em torno de uma referência.
- **Análise com Ultrassom:** é realizada com o auxílio de um equipamento de transdutor que emite ondas ultrassônicas no material a ser examinado para detecção de possíveis falhas internas.
- **Termografia:** é realizada com auxílio de uma câmera termográfica com a tecnologia de infravermelho que permite visualizar pontos quentes em componentes eletromecânicos.

2.3.4 Manutenção Detectiva

Este tipo de manutenção atua principalmente em sistemas de proteção com o principal objetivo de detectar falhas ocultas ou invisíveis que passam despercebidas à equipe de manutenção. De acordo com Paschoal (2009), ela faz um diagnóstico preciso durante a partida, operação e parada da máquina fazendo uma varredura sistemática em busca de alguma anormalidade.

2.4 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing é um termo em inglês que significa Manufatura Enxuta ou Produção Enxuta. É um sistema de gestão com foco no aumento da produtividade, através da eliminação de perdas diversas e da minimização de erros e redundâncias no sistema produtivo. É importante destacar que pelo fato de Lean Manufacturing se tratar de uma filosofia, torna-se necessário que haja uma mudança de cultura na organização para que as empresas alcancem sucesso na sua implantação. A empresa deve ser norteada pela busca da melhoria contínua através de uma soma de esforços de toda a organização (WERKEMA, 2006).

Taiichi Ohno desenvolveu este modelo de gestão quando trabalhava na Toyota como engenheiro e por esta razão este método de gestão ficou conhecido como STP (Sistema Toyota de Produção). O Lean descreve oito áreas que serão foco de um processo de redução de desperdícios no sistema produtivo. Estes

desperdícios são nas áreas de transporte, movimentação, espera, inventário, processamento excessivo, produção em excesso, conhecimento e defeitos.

De acordo com Womack, Jones e Ross (2004) o Lean tem como significado a busca contínua pela redução da utilização de todos disponíveis pelo setor produtivo. A implantação desse sistema de gestão aconteceu em um período no qual os recursos estavam escassos e limitados. Naquele momento os carros estavam em baixa demanda, mas com muita variação. Com o objetivo de vencer as concorrentes que tentavam entrar no Japão, a Toyota trabalhava focada na melhoria de seus processos, na boa gestão dos recursos para que assim pudesse se tornar mais competitiva no cenário econômico pós-guerra. Dessa forma, a empresa se adaptou no conceito de produção em grande escala, elevou os níveis de eficiência e fluxo contínuo, baseando-se na produção em massa de Henry Ford.

Com o objetivo de sempre melhorar algo dentro da empresa, a melhoria contínua não se conforma com o status “quo” (estado atual) e busca implementar mudanças que resultem em aumento de produtividade. As mudanças frequentes tornam os locais de trabalho mais dinâmicos e possibilita a empresa ser mais competitiva. Nas avaliações sobre o que queremos mudar, devemos considerar os impactos dentro e fora da organização que estas mudanças podem gerar, os impactos em relação aos clientes e como a empresa se diferenciaria das demais (WIREMAN, 1998).

O pensamento Lean engloba cinco princípios básicos e na Figura 3 é possível conhecê-los.

Figura 3 - Os cinco princípios básicos do pensamento Lean



Fonte: Adaptado de Voitto (2008-2022).

Em resumo, a Figura 3 demonstra o que está por trás da metodologia, conforme descrito na sequência abaixo:

- Especificar valor sob a ótica do cliente (Foco no Valor);
- Alinhar na melhor sequência as atividades que criam valor (Fluxo de Valor);
- Realizar essas atividades sem interrupções (Fluxo Contínuo);
- Sempre que alguém as solicita (Produção Puxada);
- De maneira cada vez mais eficaz (Perfeição, Melhoria Contínua);

Segundo Queiroz (2015), as atividades que não agregam valor são consideradas conforme abaixo:

- Não agregam valor e são desnecessárias;
- Não agregam valor, mas são necessárias;

Apesar de existirem atividades que não agregam valor ao produto final, mesmo assim elas são necessárias para a realização das atividades que agregam valor (LIKER, 2005). Ainda de acordo com Liker (2005), as atividades que não agregam valor são chamadas de oitos desperdícios e devem ser eliminadas ou minimizadas ao máximo:

- Transporte: locomoção desnecessária de matéria prima, peças produzidas e até mesmo de colaboradores;
- Movimentação: movimentação em excesso dos colaboradores dentro do processo aumenta os tempos de produção;
- Espera: ocorre na ociosidade do processo produtivo, no fluxo das peças e matérias até as pessoas;
- Inventário: O excesso no armazenamento de matéria prima, insumos, produtos no estoque e de informações, eleva os custos e diminui de problemas de processo;
- Processamento Excessivo: ocorre na falta de cumprimento de uma sequência lógica de funcionamento do processo;
- Produção Excessiva: ocorre quando se produz além do necessário, gerando altos estoques, mais movimentações, mais consumo de materiais;
- Conhecimento: ocorre quando há um mau aproveitamento do intelecto e habilidades dos colaboradores;

- Defeitos: ocorre quando há perdas de produção por avarias, retrabalhos e reprocessamentos;

2.4.1 Ferramentas do Lean Manufacturing

Para implantação da metodologia de produção enxuta, se faz necessário o uso de algumas ferramentas para obtenção do sucesso de implantação (LIKER, 2005). Segue abaixo alguns exemplos destas ferramentas:

- Kaizen: deriva do termo japonês “Kai”, que significa mudança e “Zen” que significa para melhor. É uma prática fundamental que visa a melhoria contínua dentro da empresa na sua totalidade (processos, produtos, fluxos), buscando eliminar desperdícios (LEAN INTERPRISE INSTITUTE, 2003). Na Tabela 1 temos as dez regras de ouro que resume o Kaizen:

Tabela 1 - As dez regras de ouro que resumem o Kaizen

1. O desperdício é o inimigo nº 01 da produtividade e para eliminar, é preciso sujar as mãos;
2. As melhorias devem ser graduais e feitas continuamente e não é apenas uma ruptura gradual;
3. Todos na empresa têm de estar envolvidos dos gestores até o pessoal de base, pois a metodologia não é elitista;
4. A estratégia deve ser barata. O aumento da produtividade deve ser feito sem investimentos significativos;
5. O método se aplica em qualquer local, país ou empresa, não serve apenas para os japoneses
6. Embasada em uma gestão visual e transparente. Isso torna os problemas e desperdícios visíveis a todos;
7. Concentrar a atenção no “gemba”, termo japonês que faz referência ao local onde realmente se cria o valor;
8. O Kaizen se orienta para os processos. É aí que reside sua eficiência;
9. Dar prioridade às pessoas, ao “humanware”. O maior esforço deve vir de uma

nova mentalidade;

10. O principal lema da aprendizagem organizacional é aprender fazendo;

Fonte: Adaptado de Blog PM Executivo (2015).

- Kanban: deriva do termo japonês “kanban”, que significa sinal visual ou quadro de sinal. É um método de gestão originado do Sistema Toyota de Produção (STP) com o objetivo de reduzir custos, tempo das tarefas de produção, e principalmente gerar mais valor para o cliente, sem gerar mais custos. O sistema controla o fluxo de produtos no tempo certo, reduzindo o estoque e ociosidade dos recursos (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003).

O Kanban é um sistema que utiliza cartões de cores e/ou tamanhos diferentes para designar e especificar tarefas. Segundo Slack (2002), desta forma é possível um aprimoramento na gestão de fluxo de processos de produção, pois os cartões coloridos possibilitam este controle fornecendo informações necessárias para os operadores continuarem o processo.

Desta forma, sabemos quais tarefas precisam ser feitas, as que estão sendo feitas e quais foram finalizadas. Esta ferramenta é bastante comum nas empresas para sinalização dos fluxos de trabalho. Na Figura 4, temos um modelo de quadro de Kanban.

Figura 4 - Quadro de Kanban



Fonte: Adaptado de Net Project (2011-2022).

- Just In Time: significa “na hora certa” (JIT). É o alinhamento das etapas do sistema produtivo com a finalidade de produzir e entregar no momento certo e na quantidade certa. Tem por objetivo eliminar desperdícios, garantir menores custos, menor tempo de produção e entrega (OHNO, 1997).

Esta ferramenta proporciona um melhor controle de estoque e de seus custos, evitando superlotação através da melhoria contínua dos processos, da padronização das tarefas e do uso de políticas modernas que focam no atendimento das demandas dos clientes.

- 5S: é uma ferramenta importantíssima capaz de provocar mudanças comportamentais bem rapidamente e é bastante comum nos mais diferentes ramos industriais, pois ela melhora diversos pontos dentro dos setores da empresa, tais como: organização, limpeza e padronização. O 5S veio do Japão e originalmente significa Seiri, Seiton, Seiketsu e Shitsuke. Para Pascal (2008), melhorias são impossíveis sem estabilidade dos processos. A estabilidade começa com gerenciamento visual e o sistema 5S. Na Tabela 2, temos o significado de cada “S”.

Tabela 2 - Significado de cada “S” no Japão e no Brasil

Significado dos "S"		
Japão	Brasil	Significado
Seiri	Senso de Utilização	Eliminar o desnecessário
Seiton	Senso de Ordenação	Organizar o ambiente de trabalho
Seiso	Senso de Limpeza	Melhorar o nível de limpeza
Seiketsu	Senso de Saúde e Padronização	Padronizar a limpeza e a organização
Shitsuke	Senso de Disciplina e Autodisciplina	Melhoria contínua

Fonte: Adaptado de Blog Industrial Nomus (2022).

- Trabalho Padronizado: são tarefas executadas através de um procedimento preciso que os colaboradores devem obedecer para que seja executado um trabalho de forma correta. Segundo Pascal (2008), o trabalho padronizado faz parte de um processo evolutivo, que considera cada colaborador na definição de uma melhor “forma de se fazer as coisas”. Na Tabela 3 temos os três fundamentos desta ferramenta.

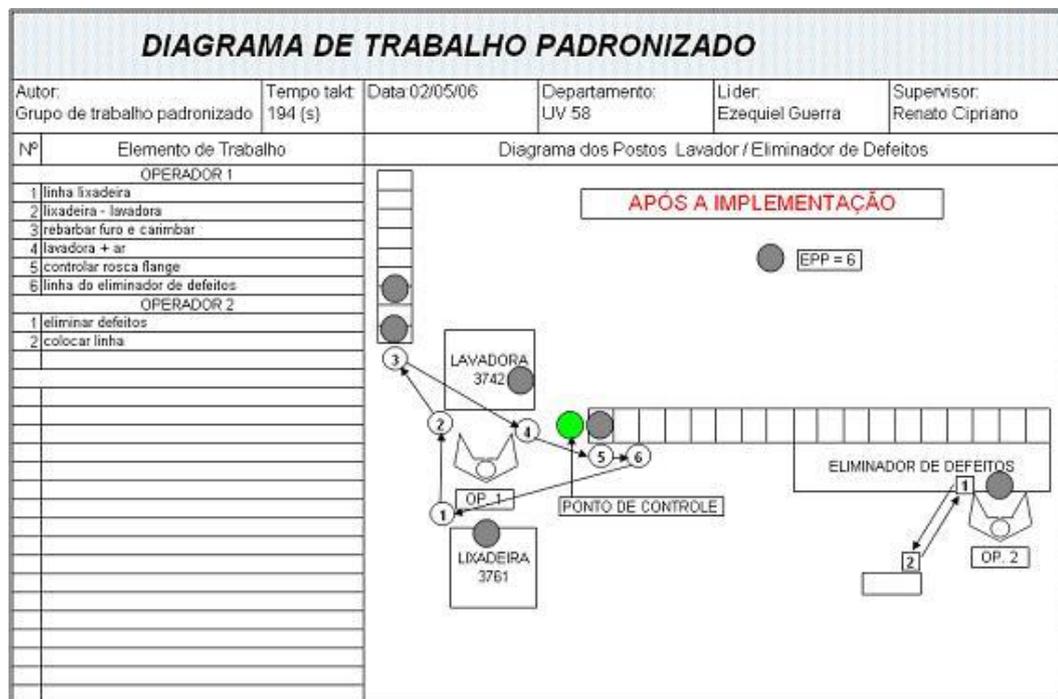
Tabela 3 - Os três fundamentos do trabalho padronizado

Trabalho Padronizado	
Tempo Takt	É a taxa de tempo em que os produtos devem produzidos para atender a demanda do cliente
Sequência	É o passo-a-passo exato do trabalho no qual o operador deverá obedecer para realizar seu trabalho dentro do tempo takt
Estoque Padrão	É a inclusão dos itens essenciais da máquina para manter o processo sempre operante

Fonte: Adaptado de Lean Institute Brasil (2022).

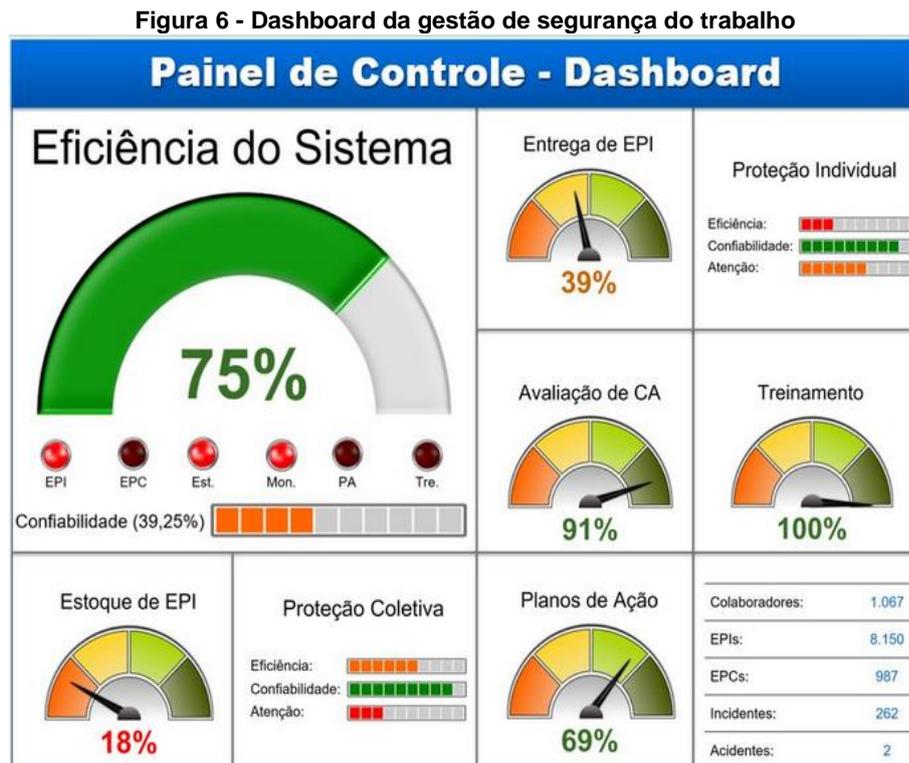
Quando o trabalho padronizado for implementado, ele deve ficar exposto nos locais de trabalho e seguir o caminhando para a melhoria contínua através do Kaizen. Os benefícios provenientes da utilização desta ferramenta se dão na documentação formalizando o processo atual das tarefas para todos os turnos de trabalho, redução das variabilidades do processo, capacitação mais ágil para os novos colaboradores, redução de custos, redução de acidentes e ponto de partida para a realização de melhorias futuras. Na Figura 5, temos um modelo de diagrama de trabalho padronizado.

Figura 5 - Modelo de diagrama de trabalho padronizado



Fonte: Adaptado de Lean Brasil Institute (2022).

- **Gestão Visual:** também conhecida como controle visual, é uma ferramenta de comunicação visual que possibilita ter um entendimento rápido como, por exemplo, conhecer a situação atual de um processo dentro da empresa. Através da utilização de painéis, quadros, cartões, gráficos, demarcações no piso, sinaleiros luminosos, placas etc., é possível obter informações sobre aquela área em específico e entender seus resultados, suas metas e seu fluxo de trabalho. Na Figura 6, temos um modelo de gestão visual.



Fonte: Adaptado de CM Center (2017).

2.5 Manutenção Produtiva Total - MPT

Os Estados Unidos foram os pioneiros no desenvolvimento da manutenção industrial. Inicialmente eles desenvolveram o conceito de manutenção preventiva que gradativamente evoluiu para outros conceitos de manutenção já mencionados até chegar ao conhecimento dos japoneses. Inspirado na manutenção preventiva dos EUA, os japoneses desenvolveram a TPM, mas com o objetivo de envolver todos os colaboradores da planta.

De acordo com Kardec (2009), o TPM nasceu mais precisamente na empresa japonesa Nipondenso em 1970 que fazia parte do grupo Toyota e foi premiada neste período pelo JIPM (JAPAN INSTITUTE PLAINT MAINTENANCE) por seu destaque na excelente condução da metodologia.

A filosofia TPM busca alcançar o nível de perda zero (quebra zero, defeito zero e acidente zero), aumentando a disponibilidade das máquinas, a qualidade dos produtos e uma melhor performance geral da planta. E ainda de acordo com Takahashi (1993), a manutenção da qualidade está diretamente relacionada às condições do equipamento. Segundo Nakajima (1989), o TPM (Manutenção Produtiva Total) proporciona uma evolução na eficiência geral do sistema produtivo através da aplicação de conceitos de melhoria contínua que envolve a capacitação dos colaboradores, a melhoria das máquinas / equipamentos e a otimização dos processos produtivos.

Figura 7 - Objetivos do TPM



Fonte: Adaptado de Kimia (2020).

De acordo com Kardec e Nascif (2009), diversos fatores socioeconômicos fizeram com as empresas se tornassem cada vez competitivas, pois havia uma pressão por parte do mercado exigindo que estas se enquadrassem no novo conceito econômico do cenário contemporâneo que estava surgindo, obrigando-as a concentrar esforços na eliminação de desperdícios, alcançar a melhor eficiência global dos equipamentos, eliminar as paradas não programadas que interrompem a produção, revisar o perfil de conhecimento e competências dos colaboradores da manutenção e produção, e inovar os processos produtivos. Assim, através do Ciclo

de Controle de Qualidade (CQC), e Defeito Zero (DZ), surgiram os 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;

Em resumo, o TPM busca desenvolver um sistema de gestão onde todos os colaboradores e processos da empresa convergem à um resultado global final. Nakajima (1989, p.7) também enfatiza na sua obra literária que “O TPM é uma campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todo o corpo de empregados, para conseguir a utilização máxima do equipamento existente, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento”.

O TPM é implantado com 8 pilares básicos e sua base é o 5S. Os 8 pilares são: Melhorias Específicas, Manutenção Planejada, Manutenção Autônoma, Educação e Treinamento, Controle Inicial, Manutenção da Qualidade, TPM Administrativo e o último pilar é Saúde, Segurança e Meio ambiente.

2.5.1 As Seis Grandes Perdas

Tendo em vista a melhoria da eficiência global dos equipamentos, o TPM busca eliminar as perdas existentes no processo produtivo que prejudicam o desenvolvimento da produção. Diferente do que era tradicionalmente feito, com o TPM o problema é tratado logo após a identificação da causa, ou seja, é um sistema de intervenção mais proativo do que reativo, pois conserta o equipamento, corrige as deficiências do operador e o conhecimento do administrador referente ao equipamento (Wyresbski, 1997).

Segundo Kardec e Nascif (2009), a abordagem feita pelo TPM segue conforme Tabela 4 abaixo:

Tabela 4 - As seis grandes perdas

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

Fonte: Adaptado de Kardec & Nascif (2009).

Sendo que, de acordo com Kardec e 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 por pequenas paradas são ocasionadas por problemas na produção ou nos equipamentos que precisam de 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, a máquina tem uma determinada falha e que ela só consegue cumprir a sua função se trabalhar com velocidade 15% menor em relação a sua 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 e sistemas produtivos;

2.5.2 Quebra Zero

Considerando as seis grandes perdas estabelecidas pelo TPM, é possível notar uma grande busca pela quebra zero, ou seja, as máquinas devem operar sem falhas e sem interrupções não programadas para que desta forma seja possível alcançar a melhoria na sua eficiência global. Fica claro também, que a filosofia de quebra zero é impossível de ser alcançada, porém, todos os colaboradores devem trilhar este caminho, que se traduz na melhoria contínua da empresa como um todo (FOGLIATTO, ET, AL., 2009).

Para o alcance definitivo da quebra zero, Nakajima (1989), afirma que algumas medidas são fundamentais, como:

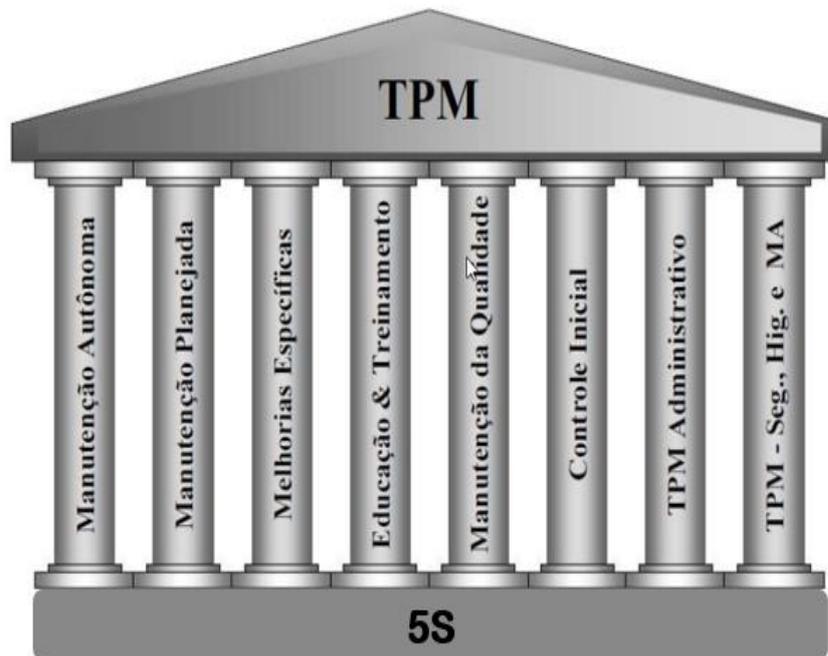
1. **Estruturação das condições básicas da para a operação:**
 - Limpeza da área, asseio, lubrificação e ordem.
2. **Obediências às condições de uso:**
 - Operar os equipamentos dentro das condições e limites estabelecidos.
3. **Regeneração do envelhecimento:**
 - Recuperar o equipamento por problemas de envelhecimento e evitar quebras futuras.
 - Eliminar as causas de envelhecimento dos equipamentos.
 - Restaurar periodicamente os equipamentos, retornando-os as condições originais.
 - Ter o domínio das anomalias que provocam a degradação dos componentes internos através dos sentidos humanos, das técnicas e instrumentos que relatam as condições atuais das máquinas (vibração, temperatura, análise química etc.).
4. **Sanar os pontos falhos decorrentes de projeto;**
 - Corrigir eventuais deficiências do projeto original.
 - Prever a vida útil média através de técnicas de diagnóstico.
5. **Incrementar capacidade técnica;**

- Capacitação e desenvolvimento das pessoas, de modo que este recurso possa ser capaz de perceber, diagnosticar e atuar convenientemente.

2.5.3 Os Oito Pilares do TPM

De acordo com JIPM (2008), o desenvolvimento do TPM em uma empresa é feito através de pilares ou frentes de gestão. Na Figura 8, temos os oito pilares especificados.

Figura 8 - Os oito pilares do TPM



Fonte: Adaptado de Kardec & Nascif (2009).

Neto (2008), define os oito pilares apresentados na Figura 8 como:

2.5.3.1 Manutenção Autônoma

É a manutenção voluntária e autônoma executada pelos próprios operadores. Este pilar é um dos mais complexos da metodologia TPM, pois implica na participação de todas as áreas envolvidas no sistema produtivo nas atividades da

manutenção. A sistemática de trabalho da Manutenção Autônoma é gerenciada pela própria produção e está diretamente em sinergia com a filosofia de produção enxuta, ferramenta 5S, melhoria contínua (Kaizen), trabalho padronizado, operador multifuncional e depende dos demais pilares, principalmente da manutenção planejada (TONDATO, 2004). Na Figura 9, temos uma visão geral sobre este pilar.

Figura 9 - Visão geral sobre o pilar de M.A



Fonte: Adaptado de Kimia (2020).

O TPM tem como atividade primordial a elevação da importância da manutenção industrial ao mais alto patamar do negócio, transformando este importante setor no principal dentre os demais. A metodologia TPM considera a manutenção das máquinas como uma responsabilidade de todos, através da Manutenção Autônoma, se antecipando as possíveis falhas e convergindo esforços para que todo potencial do equipamento seja utilizado (KODALI, 2001).

A Manutenção Autônoma tem como objetivo restaurar as condições básicas das máquinas para as suas condições ideais de operação, através da realização de atividades simples de manutenção pela equipe de produção. Estas atividades se resumem em inspeção, limpeza, controle de aperto de parafusos e lubrificação. Para cada atividade mencionada, são elaborados padrões e procedimentos com sua devida frequência de execução e os recursos necessários como mão-de-obra, EPI's

e materiais. Na execução destas atividades mencionadas, a equipe inevitavelmente encontra nas máquinas situações anormais que impactam na produção. Essas anomalias encontradas são pontuadas e registradas para que sejam corrigidas de imediato ou futuramente em paradas programadas (XENOS, 1998).

De acordo com Suzuki (1993), temos três objetivos principais a serem trabalhados no pilar de Manutenção Autônoma:

- Evitar a deterioração das máquinas através de inspeções de rotina e de uma correta operação;
- Deixar a máquina em seu estado ideal de operação através da restauração e uma gestão apropriada;
- Estabelecer condições básicas necessárias à manutenção;

Segundo Takahashi (1993), o pilar de Manutenção Autônoma, além de melhorar a eficiência geral das máquinas, capacita os colaboradores da produção na execução destas atividades de manutenção mais simples como no geral, os pequenos reparos. Esta estratégia contribui para a melhoria dos setores de manutenção e produção, pois quando a manutenção treina o operador para exercer as atividades mais simples, mas que no final geram alto impacto e possibilita a própria manutenção a focar nos trabalhos mais complexos que exigem qualificações específicas. Desta forma, nasce uma nova cultura dentro da empresa, pois antes o operador focava apenas em produzir e a manutenção não dava conta de atender a todos os chamados de reparos.

A escolha do operador como a pessoa ideal para ser o responsável pela máquina, se dá pelo fato da sua convivência diária com o processo produtivo, através do seu trabalho de operação do seu equipamento. Nessa convivência, o operador naturalmente consegue distinguir as oscilações da máquina, percebe se a qualidade do produto está dentro dos padrões e consegue relatar anomalias diversas. A capacitação dentro da Manutenção Autônoma oficializa o operador como gestor da sua máquina e ele passa a exercer esta nova função dentro da empresa. Essa responsabilidade de gestor da máquina aumenta a satisfação pessoal e profissional do operador, eleva o seu senso crítico e o seu senso de dono do equipamento, como afirma a emblemática frase da Manutenção Autônoma: “da

minha máquina cuida eu!” (TONDATO, 2004). Na Tabela 5, temos o resumo das habilidades do operador dentro da Manutenção Autônoma.

Tabela 5 - Habilidades referentes às atividades de 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.

Fonte: Adaptado de Kardec & Nascif (2009).

Antes do TPM, a função produção se preocupava apenas em produzir a qualquer custo e a função manutenção executava desde tarefas mais simples até as mais complexas. Com a sistemática de trabalho abordada pelo TPM, rompemos a tradição quanto ao gerenciamento das máquinas e / ou equipamentos, através da mudança de cultura das partes relacionadas em uma unidade fabril:

- Produção: os operadores passam a ser responsáveis por pequenas atividades de manutenção nas máquinas tais como: inspeções usando os sentidos, limpeza, reaperto, lubrificação e ajustes.
- Manutenção: capacita os operadores na execução destas pequenas atividades mencionadas no tópico anterior e realiza atividades mais complexas.
- Engenharia: é alimentada pelas informações da manutenção e produção sobre os problemas causados por deficiência de projeto na máquina, melhorias nos equipamentos e processos.

A finalidade do setor de produção é produzir os seus produtos com qualidade e a baixo custo. Este feito é possível com a realização de kaizens nos seus processos internos e sempre com o pensamento embasado na melhoria contínua. Quando a Manutenção Autônoma prepara o operador para esta importante missão, ela garante que este colaborador adquiriu mais conhecimentos sobre seu equipamento e através de ferramentas específicas, ele estará apto a detectar e a tratar anomalias (SUZUKI, 1995).

Quando os operados iniciam as atividades de Manutenção Autônoma, eles encontram inúmeros problemas. Estes problemas deverão ser identificados conforme o tipo (mecânica, elétrica, segurança, operacional) e conforme a prioridade (alta, média e baixa). Para ajudar na identificação destas anomalias, utilizamos etiquetas conforme o padrão abaixo:

- Etiqueta Azul: anomalias encontradas pelo operador e resolvidas por ele mesmo ou por algum colega de máquina;
- Etiqueta Vermelha: anomalias encontradas pelo operador e que para ser resolvida, precisa-se de um conhecimento técnico, ou seja, se a pessoa que abriu ou algum colega de máquina não tiver esse conhecimento, quem vai resolver é a equipe de manutenção;
- Etiqueta Amarela: utilizada especificamente para registrar riscos da área de saúde e segurança. Os problemas encontrados podem ser resolvidos com contramedidas imediatas (restaurações, bloqueios, contingências etc.) ou de forma definitiva. Dependendo da situação, para resolução deste tipo de anomalias, pode ser requerido conhecimento especializado e investimentos. Na Figura 10, temos o modelo de etiquetas MPT.

Figura 10 - Etiquetas de MPT

MPT	
ETIQUETA DE ANOMALIAS	N°
EXECUTANTE	OPERADOR
LOCAL DA ANOMALIA	
ÁREA	EQUIPAMENTO
DESCRIÇÃO DA ANOMALIA	
RESPONSÁVEL	
PRAZO	
ENCONTRADA POR	
DATA	OS
COLOQUE ESTA ETIQUETA O MAIS PRÓXIMO POSSÍVEL DO LOCAL DA ANOMALIA	

MPT	
ETIQUETA DE ANOMALIAS	N°
EXECUTANTE	MANUTENÇÃO
LOCAL DA ANOMALIA	
ÁREA	EQUIPAMENTO
DESCRIÇÃO DA ANOMALIA	
RESPONSÁVEL	
PRAZO	
ENCONTRADA POR	
DATA	OS
COLOQUE ESTA ETIQUETA O MAIS PRÓXIMO POSSÍVEL DO LOCAL DA ANOMALIA	

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Durante a capacitação no TPM, o operador será treinado a detectar diversos tipos de defeitos, como classificá-los e a forma correta de preencher as etiquetas. Durante a limpeza e inspeção da máquina, ao se deparar com algum defeito, o operador irá preencher a etiqueta com as informações necessárias para o correto registro em uma planilha de plano de ação para correção imediata ou para planejamento de uma intervenção posterior. A equipe de manutenção e o gestor do TPM acompanham o plano de ação e gerenciam as pendências e prestam todo suporte necessário aos operadores.

A implantação da Manutenção Autônoma não se trata somente de elaborar padrões de inspeção, limpeza e lubrificação e o operador desempenhar algumas funções de manutenção no equipamento. O processo de implantação deve ser planejado e estruturado juntamente com as demais atividades de manutenção planejada, para a que a empresa tenha um ganho satisfatório e usufrua dos benefícios da metodologia (FURLAN; LEÃO, 2010).

De acordo com Furlan e Leão (2010), o pilar de Manutenção Autônoma é implantado em sete passos e cada empresa pode ter uma forma específica para desenvolver este trabalho. A forma de implantação depende bastante das características do processo produtivo da empresa, do nível tecnológico e da cultura organizacional.

O sucesso da estruturação da Manutenção Autônoma depende muito do treinamento e empenho de todos os envolvidos, pois, para prosseguir para o passo seguinte, se faz necessário o acompanhamento das atividades que deve ser realizado pelos gestores (supervisores, líderes, gestor TPM), que irão avaliar os resultados obtidos e permitirão ou não o prosseguimento para a próxima etapa. A implantação total se dá nas sete etapas conforme abaixo:

1. Limpeza inicial;
2. Eliminação das fontes causadoras de problemas e 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;

Segundo Conceição Junior (2010), existem sete etapas para implantação deste pilar:

- Preparação da limpeza (desmontagem do equipamento e separação das peças);
- Limpeza detalhada e controle visual (inspeção);
- Etiquetar anomalias;
- Verificar manuais e estabelecer padrão de funcionamento e estado adequado do equipamento;
- Consertar, sanar as fontes de avarias;
- Inspecionar o equipamento diariamente e anotar as ocorrências;
- Melhorar as práticas de funcionamento e produção do equipamento;

2.5.3.2 Manutenção Planejada

Estruturação do setor de manutenção industrial. É o pilar que gerencia e executa o planejamento geral de parada da máquina para manutenções programadas e / ou de rotina, buscando otimizar os recursos disponíveis com objetivo de garantir a máxima disponibilidade, confiabilidade e desempenho geral dos equipamentos.

Para isto, deve ser desenvolvida instrução de trabalho (It), lista das tarefas e recursos necessários para a realização das intervenções (MOUBRAY, 1996). Este tipo de manutenção é a chave para o sucesso no gerenciamento de processos em termos de manutenção, pois reduz a manutenção reativa, ou seja, a corretiva, transformando em manutenção proativa ou preventiva. As manutenções máquinas passam a ser, em sua maioria, programadas, otimizando o equipamento (WIREMAN, 1998).

De acordo com Takahashi (1993), um sistema de manutenção industrial planejada deve contemplar ao menos três metodologias de manutenção (manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção corretiva. Este pila tem as vantagens de diminuir a probabilidade de falhas e avarias, além do aumento do ciclo de vida das máquinas. A desvantagem é a frequente parada da máquina para realização da manutenção programada (SWASON, 2001).

2.5.3.3 Melhorias Específicas

Este pilar tem por função aplicar melhorias individuais nas máquinas, processos e produtos. O objetivo principal é reduzir os tempos de produção, melhorar a funcionalidade dos postos de trabalho, melhorar o desempenho dos produtos e dos equipamentos e conseqüentemente melhorar o prazo de entrega ao consumidor final. As melhorias têm como foco as principais perdas visando a obtenção da perda zero (EMILIANI, apud SUZUKI, 1995).

O trabalho de melhorias nas máquinas visa melhorar a gestão do equipamento tornando o seu desempenho melhor, aplicando técnicas de solução de problemas em pequenos grupos. Para isto, se faz necessário a participação dos operadores, da equipe de manutenção, dos supervisores, da equipe de engenharia e até mesmo pessoal de suprimentos (PALMER, 2000).

A eficiência produtiva de uma unidade fabril está diretamente relacionada com a utilização eficiente das máquinas, da matéria prima, dos métodos e das pessoas. Com isso, a melhoria específica visa melhorar a eficiência produtiva da unidade fabril, maximizando o uso de todos os recursos disponíveis na sua planta (equipamentos, insumos, gestão dos processos das tarefas). Isso se dá através da

análise do processo, da eliminação das perdas para poder alcançar a maximização desejada (SUZUKI, 1995).

2.5.3.4 Educação e Treinamento

Este pilar é responsável pela capacitação técnica e pelo desenvolvimento das novas habilidades nas equipes de produção e manutenção. Na metodologia TPM, os treinamentos têm por objetivo tornar os operadores polivalentes. Para isso, se faz necessário realizar um diagnóstico para identificação do nível atual de conhecimento, detectar as competências e capacidades, a vontade de se envolver no programa e o nível tecnológico da planta (SHINOTSUKA, 2001).

De acordo com Xenos (1998), é de extrema importância a capacitação de todos os envolvidos na metodologia TPM através de treinamentos, para que estes realizem suas tarefas de forma consciente, com segurança e sem o medo de cometer erros. De acordo com Takahashi (1993), as empresas devem prover os recursos necessários para que seu quadro de colaboradores tenha a garantia de capacitação, transformando esta equipe em operadores polivalentes e multifuncionais, permitindo que eles realizem diferentes tarefas e operem diferentes equipamentos.

Importante ressaltar que os resultados esperados do TPM dependem do bom desempenho da mão-de-obra qualificada. No caso dos conhecimentos da área de manutenção, os treinamentos devem garantir que os colaboradores desenvolvam a capacidade técnica de entender, inspecionar, operar e manter as máquinas de forma adequada (SUZUKI, 1995).

2.5.3.5 Manutenção da Qualidade

Garantir um bom gerenciamento dos equipamentos para que não comprometa a qualidade dos produtos e reduzir custos com reprocessamentos está presente na manutenção da qualidade. Este pilar tem por objetivo identificar, estabelecer e manter, através do monitoramento constante, as condições básicas dos equipamentos em relação ao projeto destes. Assim como, analisar os métodos,

a mão de obra e a matéria prima para mantê-los em condições que não permitam defeitos (XENOS, 2004).

A qualidade dos produtos pode ser garantida através da correta manutenção do maquinário, mas para isso se faz necessário praticar a manutenção da qualidade. A qualidade é caracterizada por quatro entradas (inputs) principais: máquina, mão de obra, matéria prima e método. O conceito de qualidade está baseado em três princípios:

- I. “não se deve receber nada de qualidade inferior”;
- II. “não se deve produzir nada de qualidade inferior”;
- III. “não se deve entregar nada de qualidade inferior”;

Portanto, se as condições básicas dos equipamentos forem mantidas, o índice de defeitos de qualidade tende a diminuir. Em resumo, a manutenção da qualidade está diretamente relacionada às condições do equipamento (TAKAHASHI, 1993).

De acordo com Gianese e Corrêa (2010), a qualidade dos produtos fabricados, o tempo gasto para se produzir, o índice de produtividade, entre outros, pode ser influenciado pelo desempenho da área de manutenção. Segundo Shinotsuka (2001), umas das condições para garantia da qualidade dos produtos é manter os processos e os equipamentos em condições básicas de operação. O índice de qualidade dos produtos deve ser revisado e avaliado periodicamente com a finalidade de verificar se os valores obtidos estão dentro do padrão estabelecido. A variação destes valores proporciona dados que permitem decidir ações preventivas e reativas no processo.

2.5.3.6 Controle Inicial

Estruturação para o controle dos equipamentos desde o projeto inicial para uma melhor gestão deste. Com o auxílio de sistemas computadorizados, é possível realizar o cruzamento de informações de toda empresa com o objetivo de subsidiar tomadas de decisão oriundas da alta gestão, referente a estratégias, táticas, investimentos, decisões e monitoramento de dados (TSANG, 2000).

Além de gerenciar o controle inicial dos equipamentos, objetivo deste pilar é gerenciar também o desenvolvimento dos produtos e processos os tornando fáceis

de produzir e com equipamentos de fácil operação. Dessa forma, com a necessidade de aumento da variedade de produtos e conseqüentemente de maquinário em uma empresa, aumentará a responsabilidade de se fazer uma boa gestão destes recursos na busca pela eficiência dos processos. Portanto, o controle inicial está diretamente ligado à aquisição de novos equipamentos, modernização dos processos e sistemas produtivos, permitindo ganhos como:

- 1) Equipamentos atingindo alto nível de desempenho operacional devido ao menor número de problemas de startup;
- 2) A manutenção e operação dos equipamentos se tornam mais simples e robustas devido ao envolvimento dos colaboradores desde o início da instalação (NAKAJIMA, 1989).

O controle inicial, além de elaborar o projeto pensando nos equipamentos, foca no desenvolvimento e implementação de um novo projeto pensando na integração do homem com a máquina dentro do ambiente produtivo (BRITTO, 2003).

2.5.3.7 TPM Administrativo

Garantir a qualidade total e evitar desperdícios nos escritórios e nas áreas de apoio também faz parte do TPM. Nas áreas administrativas é possível identificar muitas perdas em seus processos internos. Estas falhas geralmente são mais ocultas, mas presentes e relevantes. Por exemplo, a simples falta de padronização de tarefas pode gerar desperdício de recursos. Este pilar está diretamente ligado a produção, porém, seu foco está na redução de desperdícios nesta área, eliminando retrabalhos e perdas que podem impactar na produção, melhorando o apoio ao setor produtivo e gerando impactos positivos neste departamento (SHINOTSUKA, 2001).

Uma das principais ferramentas do TPM aplicado nos escritórios é o 5S, constituído de cinco etapas com atividades bem definidas e complementares entre si (QUEIROZ, 2015).

Um exemplo de setor industrial que podemos evidenciar bem a implantação do TPM administrativo é no almoxarifado. Este setor precisa ter um controle crítico e preciso das peças em estoque. Um problema que geralmente ocorre nesta área é: falha no controle sobre o inventário. Isso pode gerar um grande impacto negativo nas atividades de manutenção e produção (MESQUITA, 2003).

É importante um bom gerenciamento do estoque para que se possa fornecer peças de reposição corretas e no tempo correto. Na gestão da manutenção, as peças de reposição das máquinas são fatores que impactam diretamente na eficiência da indústria (WIREMAN, 1998).

2.5.3.8 Segurança, Saúde e Meio Ambiente

Abordagem do impacto do processo produtivo na saúde e segurança das pessoas e no ambiente do seu local de instalação e arredores. Este pilar é responsável pela garantia da confiabilidade dos equipamentos e dos processos no quesito segurança, orientando os colaboradores a como proceder para evitar erros humanos, com priorização de sempre evitar acidentes e poluição do local de trabalho e do meio ambiente. Uma boa gestão sobre a saúde, meio ambiente e segurança dos colaboradores que a empresa faz, é o segredo do sucesso da organização. O objetivo deste pilar é buscar o acidente zero e desenvolver processos que minimizem ao máximo os impactos ambientais (TAKAHASHI, 1993; SUZUKI, 1993).

Os conhecimentos sobre as normas e o cumprimento das leis trabalhistas são de grande importância para que este pilar cumpra o seu papel. O 5S é um grande aliado deste pilar pois através dos cinco sentidos, as atividades são melhoradas, o equipamento se torna mais seguro, o ambiente se torna mais limpo e agradável para as pessoas. Em resumo, em todas as atividades sempre se deve levar em consideração a segurança, saúde, higiene e preservação do meio ambiente (RIBEIRO, 1994).

As atividades voltadas para o objetivo deste pilar são realizadas rotineiramente em pequenos grupos de melhoria, buscando melhorar as condições de segurança dos equipamentos e dos processos da empresa. É importante realizar auditorias nas áreas produtivas e desenvolver programas de conscientização e motivação sobre o meio ambiente, com projetos de reciclagem, poluição visual e sonora (SHINOTSUKA, 2001).

2.5.4 As Doze Etapas de Implantação do TPM

Para uma implantação de sucesso da metodologia TPM, se deve partir do comprometimento de todos os colaboradores da empresa. Deve ficar evidente que esta será uma estratégia Top-Down (De cima para baixo), ou seja, partindo dos donos e diretores até se espalhar por toda empresa. A organização deste trabalho se dá em duas frentes: gerencial e técnica. A frente gerencial lida com a parte de controle e planejamento da implantação. A parte técnica realiza o desdobramento do uso das ferramentas da metodologia e técnicas de cada pilar.

A partir daí, se faz necessário nomear um gestor para o TPM e formar as equipes de trabalho. As equipes devem ser formadas por pessoas diretamente ligadas ao problema em questão. A implantação é considerada em doze etapas e resumida em quatro as fases:

- (i) Preparação e planejamento;
- (ii) Lançamento do programa;
- (iii) Implantação dos pilares;
- (iv) Consolidação do TPM;

De acordo com Tavares (1999), as doze etapas para a implantação do TPM em uma empresa são fundamentais. Na Tabela 6, temos os passos especificados.

Tabela 6 - As doze etapas de implantação do TPM

Fases	Etapas	Conteúdo	
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 a gerência; . 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 definições 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	Gestão antecipada.	. Prevenção da manutenção com o controle da fase inicial dos equipamentos e do custo do ciclo de vida; . Prevenir perdas crônicas.
	9	Manutenção da Qualidade.	. Foco nas falhas frequentes e ocultas e nos processos que afetem a qualidade do produto e das entregas.
	10	Melhoria dos processos administrativos.	. TPM de escritórios, revisão das rotinas administrativas com base na eliminação de perdas.
	11	Segurança, Saúde e Meio ambiente.	. Ações de recuperação e prevenção de riscos a saúde e segurança dos operadores e do meio ambiente.
Consolidação	12	Aplicação total do TPM.	. Obtenção de resultados que demonstrem o alcance e a manutenção da excelência em TPM; . Candidatura ao Prêmio de excelência JIPM.

Fonte: Tavares (1999).

Segundo Tavares (1999), se as doze etapas sugeridas pelo JIPM forem seguidas passo a passo, teremos um tempo médio de três a seis meses na fase preparatória, e de dois a três anos para que o estágio de consolidação se inicie.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de Estudo

Esta pesquisa se caracteriza como uma pesquisa descritiva e de natureza aplicada, visto que houve coleta de dados na organização e que a pesquisa teve como objetivo a descrição das características de uma experiência, a fim de estabelecer relações entre o pilar de Manutenção Autônoma da metodologia TPM e as paradas de máquinas. Esse tipo de pesquisa é de grande valia tanto para acadêmicos quanto para profissionais da área, pois muito se sabe sobre a Manutenção Autônoma, porém observar a aplicação desta ferramenta em um exemplo real e conseguir enxergar os ganhos com sua a correta aplicação faz com que se tenha uma nova visão dos problemas e oportunidades de melhoria. Essa pesquisa possui esse objetivo, relatar como é a aplicação da Manutenção Autônoma dentro de uma indústria de refrigeração.

Pesquisa é uma tarefa básica da ciência, através dela é que descobrimos a realidade. Partindo do pressuposto de que a pesquisa tem como fonte de conhecimento a realidade e de que ela é uma fonte interminável de conhecimento, admitimos que a pesquisa seja um processo contínuo (DEMO, 1985).

A fim de classificar as linhas de pesquisa, Demo (1985) as dividiu em: teórica, metodológica, empírica e prática. Para Demo (1985), pesquisa de natureza empírica é a delimitação e a descrição objetiva e eficiente da realidade empiricamente observável, isto é, daquilo que pretendemos estudar, analisar, interpretar ou verificar por meio de métodos empíricos. Anteriormente, Demo (1985) já havia definido pesquisa empírica como aquela que é voltada, sobretudo para a face experimental e observável de fenômenos, na qual se procura traduzir os resultados em dimensões mensuráveis. Partindo dessas definições, a explicação do tipo de pesquisa escolhida se dá pela capacidade de observar fatos e dados de como se comportam determinados fenômenos em realidades diferentes.

A observação que será feita neste trabalho é o comportamento do índice de parada de máquinas em uma fábrica de Refrigeração que utiliza ferramentas da qualidade como auxílio para tratar e resolver problemas.

3.2 Local do Estudo

Para desenvolver este trabalho foi preciso vivenciar a rotina cotidiana da área produtiva do setor de Injeção de Plásticos da empresa Alfa S/A, na unidade de Maracanaú_Ce, onde ocorre a injeção das peças plásticas necessárias à montagem dos produtos e onde acontecem os problemas indesejados que impactam na competitividade da empresa. Foi necessário realizar pesquisas teóricas sobre métodos de trabalho para alcance de melhorias e chegamos no TPM.

3.3 Detalhamento do Problema

A máquina em análise se trata de uma Injetora de Plásticos 320. Esta máquina trabalha três turnos de oito horas por dia e fica no setor de Injeção na fábrica de Refrigeração. Seu tempo total programado para produção é de 19,5 horas por dia, já subtraídos o tempo de setup (meia por turno) e os horários das refeições (uma hora por turno), totalizando 6,5 horas para produzir em cada turno. No setor de Injeção temos catorze equipamentos com alta demanda de produção, mas escolhemos a de denominação Haitian 320 para nosso projeto piloto por conta do seu histórico de paradas não programadas. Desta forma, qualquer falha que ocorra nesta máquina, os impactos são negativos à produção. Na Figura 11, temos uma imagem da máquina:

Figura 11 - Injetora de Plásticos Haitian 320



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A partir dos dados do sistema EBS, ficou evidente uma tendência de perdas de produção por motivos de falhas de manutenção especificamente nesta máquina. Como esta máquina está ligada diretamente à produção das peças que são utilizadas na linha de montagem, o tempo para manutenção preventiva é bastante reduzido. Foi analisada a possibilidade de o mantenedor realizar inspeções de rotina com um Checklist e assim posteriormente o PCM junto ao PCP programar a parada da máquina para as correções encontradas na inspeção. Esta opção ficou um pouco inviável, pois a equipe de mantenedores tem alta demanda de trabalho que exige qualificação específica.

Diante desta situação, viu-se a possibilidade de contar com o apoio e comprometimento dos operadores desta máquina, que após estes serem treinados, consigam atuar na conservação, inspeção e pequenos reparos deste equipamento. Desta forma, a utilização da Manutenção Autônoma foi a ideia mais viável para a melhoria dos indicadores de produção e manutenção.

3.4 Análise de Dados

Alinhado com os setores de produção, manutenção e engenharia industrial da referida empresa, foram levantados dados de paradas por manutenção no período de julho a dezembro de 2021 para uma análise crítica da situação atual.

As análises foram realizadas com base nas ocorrências de manutenção através de consultas ao sistema EBS onde temos um histórico destas ocorrências, seus motivos, especialidades e informações mais específicas. Este histórico foi exportado para uma planilha do Excel, conforme vemos a seguir na Figura 12:

Figura 12 - Histórico de paradas da máquina 320 no 2º semestre de 2021

Nr. do Ativo	Ordem de Serviço	Descrição	Tempo Inesperável	Descrição do Ativo
3116230	OSN4091787	elétrica, resistência queimada.	200	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4097718	VERIFICAR REFRIGERAÇÃO DA MÁQUINA	133	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN400693	RESISTÊNCIA DA ZONA DE NÃO AQUECENDO.	222	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4401871	verificar resistência de aquecimento da unidade de injeção	215	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4421297	Equipamento em falha - inversor	228	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4525294	Completar nível de óleo hidráulico	95	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4431914	COMPLETAR ÓLEO HIDRÁULICO DA MÁQUINA	87	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4501881	completar óleo na unidade de lubrificação	89	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4473650	ABASTECER ÓLEO NA UNIDADE SIMC3078	100	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4539493	Abastecer óleo da unidade hidráulica de injeção SIMC5788	89	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4507122	Parafuso do porta bico folgado, vazando muito material na resistência.	99	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4598124	válvula de água fechada	55	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4598132	nível de óleo hidráulico baixo	120	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4514281	verificar resistência do bico.	141	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4572144	MOLDE NÃO ABRE falha no inversor	184	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4572941	ELÉTRICA - 3200 - PROBLEMA ELÉTRICO NO INVERSOR	156	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4583342	máquina não aquece resistência do bico	216	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4599790	sensor e resistência do bico de injeção nao esta aquecendo	217	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4604053	ELIMINAR VAZAMENTO DE ÁGUA NO MANIFOLDE	217	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4603066	trava de segurança quebrada	204	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4611120	MECÂNICA - 3200 - EXTRA PARAFUSO DO EXTRATOR CENTRAL	55	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4627885	Completar nível de óleo hidráulico - SIMC1153	128	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4611689	INVERSOR EM CURTO.	248	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4638112	completar nível de óleo hidráulico	123	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4643129	avaliar necessidade de óleo hidráulico	113	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4646886	MECÂNICA - COMPLETAR ÓLEO HIDRÁULICO DA MÁQUINA. - SIMC12083	122	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4604812	máquina não fazendo lubrificação - óleo	75	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4637883	resistência do bico queimada	135	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4652920	ELÉTRICA RESISTÊNCIA QUEIMADA	200	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4642869	RESISTÊNCIA QUEIMADA - TROCAR	211	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4675963	RECUPEAR RESERVATÓRIO DE DESGASTE DE ÓLEO LUBRIFICANTE	128	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OS46474779	COMPLETA DE NÍVEL ÓLEO NÃO PLANIADA - RESERVATÓRIO CENTRALIZADO - SIMC141	120	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4685007	verificar necessidade.	213	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4690943	COMPLETAR DE NÍVEL DE ÓLEO - RESERVATÓRIO CENTRALIZADO	79	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4713907	RESISTÊNCIA DO BICO NÃO AQUECE	142	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4713094	alarme de boliche de segurança frontalacionado	122	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4762388	trocar resistência	120	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4784495	FALHA DE BLOCHEIO DE EMERGENÇA DE SEGURANÇA	89	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4786697	fiio da resistência partido	49	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4788176	resistência do bico não aquecendo	94	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4790988	RESISTÊNCIA DO BICO NÃO AQUECENDO	52	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4798288	RESISTÊNCIA DO BICO COM RO PARTIDO	63	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4926851	alarme de boliche de segurança frontalacionado	52	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4963884	Sistema de segurança da porta de acesso.	203	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4977899	Trocar resistência do bico.	190	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5023249	resistência de carbono não está aquecendo.	179	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5061210	INÍTIORA NÃO MOVIMENTA - INVERSOR	256	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5072871	ELÉTRICA - 3200 - RESISTÊNCIA DO BICO QUEIMADA	188	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5090024	RESISTÊNCIA DO BICO NÃO AQUECE	143	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5098243	resistência queimada.	218	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5096491	ELIMINAR VAZAMENTO DE ÓLEO SISTEMA LUBRIFICAÇÃO	139	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5107919	carbono entupido.	156	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5108021	retirar bolso de material da unidade de injeção	90	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5128121	MOTOR INVERTER - INVERSOR	290	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5129884	resistência do bico com fio partido	188	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5128123	resistência do bico não aquecendo	115	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5140982	Fio da resistência quebrada	120	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5154144	fio da resistência do bico partido	66	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5146350	Resistência do bico com o fio quebrado	236	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5183545	trocar resistências danificadas do bico	134	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5220062	RESISTÊNCIA DO BICO NÃO AQUECENDO.	156	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5189787	ELÉTRICA-SISTEMA DE SEGURANÇA EM FALHA	120	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5221491	FALHA DE TEMPERATURA NO DRIVE - INVERSOR	298	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4640606	RESISTÊNCIA DO BICO NÃO FUNCIONA	236	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4641305	ligação da água errada	100	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4641307	molde não recifra	233	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4641316	água fechada	89	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4646006	TROCA DA RESISTÊNCIA DO BICO	178	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4648127	Resistência do bico queimada	179	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4650446	falha do óleo da lubrificação	231	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4651193	lubrificação com óleo baixo	76	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4657107	CORRIGIR AQUECIMENTO DO CARBÃO	247	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4874480	vazamento no porta bico folgado - queimou a resistência	215	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4902005	completar nível de óleo do reservatório hidráulico	201	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4963032	COMPLETAR NÍVEL DE ÓLEO DE LUBRIFICAÇÃO	179	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4957543	medicina - lavadora - vazamento de óleo	60	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4962007	verificar resistência do bico, não está aquecendo	184	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4962008	falha no inversor	269	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4962011	inversor em erro	267	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4962013	inversor apresentando	294	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4964315	motor invert inversor	255	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4979917	ELÉTRICA - RESISTÊNCIA DO BICO QUEIMADA	187	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4985494	ELÉTRICA - VERIFICAR RESISTÊNCIA DO BICO	213	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN4978618	resistência do bico com fio partido	85	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5008182	CORRIGIR SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DO INVERSOR	130	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5103421	falha no inversor	222	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5103421	motor inverte - INVERSOR	251	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5103421	bico não aquece	225	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5103421	fio da resistência quebrado	190	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5103421	erro de inversor	268	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5008252	molde com recifra	120	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5034942	temperatura do drive alta - inversor	222	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5139413	Resistência do bico não aquece	216	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5239492	COMPLETAR ÓLEO DE LUBRIFICAÇÃO DA UNIDADE	82	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5239499	motor inverte erro	266	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5235003	bico fio - resistência	234	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5235007	falha na segurança da máquina	224	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
3116230	OSN5232926	MÁQUINA APRESENTANDO FALHA DE SEGURANÇA	274	INÍTIORA PLÁSTICO HAITIAN 320
TOTAL DE MINUTOS			38000	MINUTOS
TOTAL DE HORAS PARADAS			630	HORAS

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No segundo semestre de 2021, esta máquina ficou indisponível por 300 horas e por sinal, os motivos destas paradas podiam ser evitados com apenas uma inspeção diária feita pelo próprio operador. São itens essenciais que se vistos com antecedência, podiam ser evitadas estas grandes paradas.

Esta máquina tem a capacidade de produzir 150 peças por hora de um modelo de peça que é utilizada na linha de montagem, no estoque do próprio setor de Injeção e no setor de Assistência Técnica. Na Tabela 7, podemos observar que no 4º trimestre de 2021 houve um aumento exponencial das paradas e podemos ver a quantidade de horas indisponíveis e as de perdas nesse período.

Tabela 7 - Tempo indisponível e perdas da máquina 320

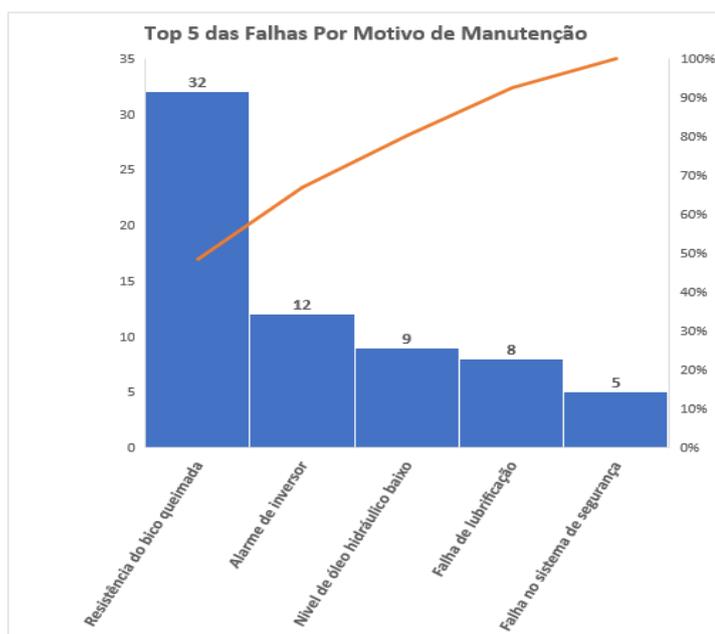
4º Trimestre de 2021				
	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL
Tempo Indisponível por mês (H)	79,9	85,8	91,5	257
Perda de Peças (Und)	11985	12870	13725	38580
Tempo Real Disponível (H)	505,1	499,2	493,5	1498
Tempo Programado para Produção no mês (H)	585	585	585	1755
Disponibilidade %	86%	85%	84%	85%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Tabela 7, podemos ver que neste período, a máquina tinha um indicador de Disponibilidade na média de 85%, ou seja, das 585 horas mensais, operava em média 499,2 horas mensais.

Na Figura 13, temos um gráfico de pareto com o top 05 das falhas de manutenção no 4º trimestre de 2021.

Figura 13 - Gráfico de Pareto do top 5 das falhas da máquina 320



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Conforme visto na Figura 13, o gráfico de Pareto mostra que as falhas são recorrentes, ou seja, elas tiveram uma frequência de ocorrência e foram as maiores causadoras de longas paradas. Sabendo-se que a quantidade de horas disponíveis desta máquina deve ser de 585 horas por mês, considerando-se 30 dias, esta máquina deveria produzir 87750 peças por mês. Na Tabela 8, temos o plano de ação gerado para contenção das duas primeiras falhas que foram as maiores causadoras de paradas não programadas.

Tabela 8 - Plano de Ação

PLANO DE AÇÃO						
O QUE?	POR QUÊ	ONDE?	QUEM?	QUANDO?	COMO?	QUANTO?
CORRIGIR SISTEMA DE PROTEÇÃO DO AQUECIMENTO DO BICO.	1) SISTEMA ATUAL ESTÁ DANIFICADO E GERANDO QUEIMA DE RESISTÊNCIAS. 2) RISCO DE ACIDENTES. 3) ALTO CUSTO COM TROCA DE RESISTÊNCIAS.	NA MÁQUINA / OFICINA	TIME	18 A 24/01/2022	DESEMPENANDO A PROTEÇÃO, CONFECCIONANDO PUXADORES E REATIVANDO A SEGURANÇA ELÉTRICA	R\$500,00
MODIFICAR SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DO INVERSOR.	1) SISTEMA ATUAL É INEFICIENTE, POIS A ÁGUA INDUSTRIAL GERA MUITA SUJEIRA E OBSTRUÇÃO. 2) ALTO CUSTO COM MANUTENÇÃO DO INVERSOR	NA MÁQUINA	MANUTENÇÃO	18 A 24/01/2022	RETIRANDO O SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO À ÁGUA E COLOCANDO UM SISTEMA À ÓLEO.	R\$2.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após o levantamento das informações das falhas pela equipe de engenharia, o time de M.A foi formado. A partir daí foram realizados os treinamentos teóricos para a equipe de operadores sobre a forma de limpar e inspecionar a máquina e programando a parada da máquina para a realização do Dia “D”, que significa o dia da limpeza e inspeção geral.

Depois de a máquina estar completamente limpa, fica mais fácil para a realização das inspeções autônomas, etiquetagem, identificação de anomalias, sinalização de pontos de inspeção e correção de avarias. Após esta etapa de limpeza e inspeção geral, foi elaborado o checklist de inspeção, as LUP's e ministrado o treinamento sobre estes dois documentos importantes da M.A. Na Figura 14, temos a imagem do workshop para conceptualização do TPM e M.A.

Figura 14 - Workshop TPM



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No dia do Workshop, foi realizada a conceptualização da metodologia, disseminado conhecimento da ferramenta e apresentado o cronograma de implantação com a presença de todos os envolvidos. Na Figura 15, temos a imagem do treinamento teórico sobre os conceitos de TPM e M.A para os operadores da máquina 320 de uma forma mais específica e simplificada.

Figura 15 - Treinamento teórico sobre TPM e M.A para os operadores



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Figura 16, temos a imagem do evento do Dia D, no qual foi reunida toda a equipe operacional para um trabalho específico de limpeza e inspeção geral.

Figura 16 - Equipe atuante no Dia D



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Durante a parada programada da máquina, realizamos limpeza, inspeção geral, correções simples de problemas encontrados e implementação de melhorias: Após o evento do Dia D, foram contabilizadas todas as etiquetas abertas, pendentes e as encerradas. Realizado um comparativo entre as anomalias encontradas e as solucionadas. Para todas as atividades realizadas, foram abertas as Ordens de

Serviço (OS's) para histórico da máquina e para apontamento das horas trabalhadas pela equipe de manutenção. As etiquetas que foram solucionadas foram encerradas e arquivadas. Já as etiquetas pendentes, foram mapeadas e listadas em uma planilha de controle para posteriormente serem sanadas. Na Tabela 10, temos uma amostra das anomalias solucionadas e as pendentes.

Tabela 10 - Controle de etiquetas TPM

Equipamento	Etiqueta Nº	Cor	Descrição da Anomalia	Criticidade	Area Responsável	Data da Criação	Data Conclusão	OS / SS	Status	Pessoa Responsável
Híftian 320D	1	V	Pintura da proteção do disco danificada	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552324	Concluído	Renato
Híftian 320D	2	V	Proteção do bico com acrílico danificado	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552325	Concluído	Renato
Híftian 320D	3	V	Falta alça na proteção do bico	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552326	Concluído	Renato
Híftian 320D	4	V	Cilindro extrator com porca folgada	B	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552327	Concluído	Renato
Híftian 320D	5	V	Mangueira de alimentação do funil encontra-se danificada	B	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552328	Concluído	Cícero
Híftian 320D	6	V	Mangueira de vácuo encontra-se danificada	B	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552329	Concluído	Renato
Híftian 320D	7	V	Acrílico do funil danificado	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552330	Concluído	Felipe Paiva
Híftian 320D	8	V	Alça da mangueira de alimentação do funil, encontra-se danificada	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552331	Concluído	Cícero
Híftian 320D	9	V	Falta do filtro do cooler	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552332	Concluído	Renato
Híftian 320D	10	V	Trapadeira da mangueira de vácuo, encontra-se oxidada	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552333	Concluído	Cícero
Híftian 320D	11	V	Isolante térmico aéreo, encontra-se danificado	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552334	Concluído	Renato
Híftian 320D	12	V	Display do IHM, encontra-se danificado	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552335	Pendente	Felipe Paiva
Híftian 320D	13	V	Bloco de distribuição da água gelada, fora de padrão	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552336	Pendente	Renato
Híftian 320D	14	V	Falta lingete rápido no bloco de distribuição	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552337	Pendente	Cícero
Híftian 320D	15	V	Bloco do sistema de regulação dos moldes, encontra-se danificado	B	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552338	Pendente	Cícero
Híftian 320D	16	V	Fixação da proteção lateral, não conforme	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552339	Pendente	Cícero
Híftian 320D	17	V	Falta ponto de ar comprimido	C	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552340	Concluído	Cícero
Híftian 320D	18	V	Folga na proteção da rosca de abertura dos moldes	B	Manutenção	22/01/2022	24/01/2022	OSN552341	Concluído	Cícero
Híftian 320D	19	V	Trocador de calor saturado	C	Manutenção	12/05/2021	12/05/2021	OSN552342	Concluído	Renato
Híftian 320D	20	V	Alimentação não conforme	B	Manutenção	12/05/2021	12/05/2021	OSN552343	Concluído	Renato
Híftian 320D	21	V	Proteção do cooler oxidada	C	Manutenção	12/05/2021	12/05/2021	OSN552344	Concluído	Renato
Híftian 320D	22	V	Tampa superior amassada	C	Manutenção	12/05/2021	12/05/2021	OSN552345	Concluído	Cícero

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No estudo realizado, pôde-se perceber que apesar de existir uma equipe de manutenção e operação experientes, não era o suficiente para se antecipar aos problemas e se evidenciou que havia uma tendência nas reincidências das falhas mês após mês, quando deveria acontecer justamente o contrário. Anteriormente, só era corrigido um problema na máquina quando ela ocorria e assim aplicavam-se ações de contenção que se provaram ser ineficazes, pois era uma solução emergencial e não preventiva, pois não existia, por exemplo, um trabalho voltado para evitar que as falhas ocorressem.

Após a conceitualização e aplicação da metodologia TPM com foco no pilar de M.A, observou-se no setor de Injeção uma vertente mais disciplinada e preventiva do que o processo anterior. Os colaboradores, após a realização dos treinamentos, adquiriram mais conhecimento técnico sobre a própria máquina, passando a utilizar os sentidos da visão, audição, tato e olfato para detecção de falhas logo no seu

início. Essa prática de inspecionar a máquina e de identificar anomalias desenvolveu nos operadores algumas habilidades básicas de um mantenedor industrial e um senso de dono do equipamento. Na Tabela 11, podemos observar uma perda menor mensal de peças produzidas, um ganho no Tempo Real Disponível (TRD) da máquina, e uma Disponibilidade média que passou de 85% para 91%, e consequentemente, obtivemos um ganho na produtividade. A princípio foi estabelecida uma meta de 90% para o indicador de Disponibilidade.

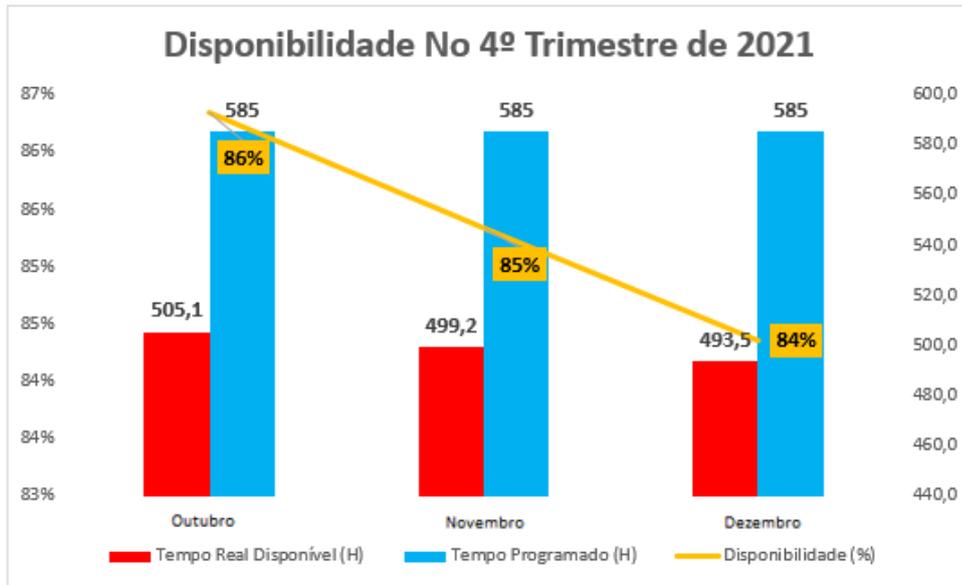
Tabela 11 - Melhoria da Disponibilidade após a M.A

2º Trimestre de 2022				
	Abril	Maio	Junho	TOTAL
Tempo Indisponível (H)	68,1	49,4	42,8	160,3
Perda de Peças (Und)	10215	7410	6420	24045
Tempo Real Disponível (H)	516,9	535,6	542,2	1595
Tempo Programado para Produção no mês (H)	585	585	585	1755
Disponibilidade %	88%	92%	93%	91%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O gráfico da Figura 17 mostra o indicador de Disponibilidade da máquina 320 antes do treinamento operacional e antes da implantação da Manutenção Autônoma. Podemos observar que houve um declínio na Disponibilidade da máquina 320 de 86% a 84% no período mencionado na imagem, ou seja, a tendência desta máquina era de ficar cada vez mais indisponível.

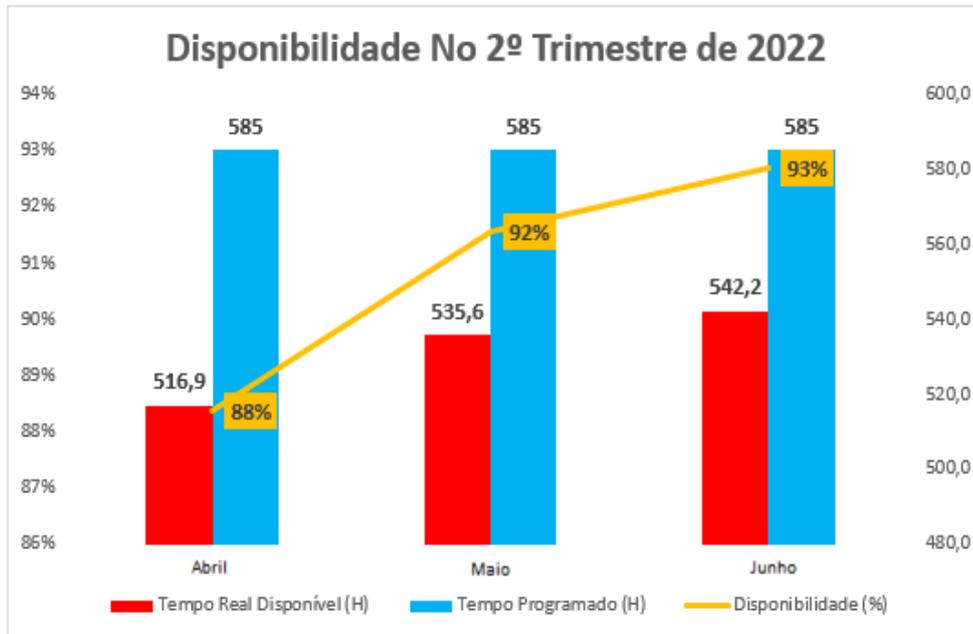
Figura 17 - Gráfico de Disponibilidade da 320 antes da M.A



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Já no gráfico da Figura 18, temos o indicador de Disponibilidade da máquina 320 após o treinamento operacional e após a implantação da Manutenção Autônoma. Podemos observar que houve, já nos três primeiros meses, um ganho médio de 6% na Disponibilidade. Por consequência da diminuição dos problemas de manutenção, obtivemos um ganho na quantidade de horas para produzir e um ganho na quantidade de peças para montagem e estoque. Isso implica dizer que a metodologia surtiu efeito e que todo esforço empregado na implantação foi o suficiente para que as falhas começassem a ser identificadas e resolvidas de forma preventiva.

Figura 18 - Gráfico de Disponibilidade da 320 após a M.A



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.1 Ferramentas de M.A Implantadas

Neste tópico, temos uma amostra das ferramentas de M.A que implantamos nesta esta máquina. Estas ferramentas contribuem para a execução e gestão autônoma da metodologia neste projeto piloto.

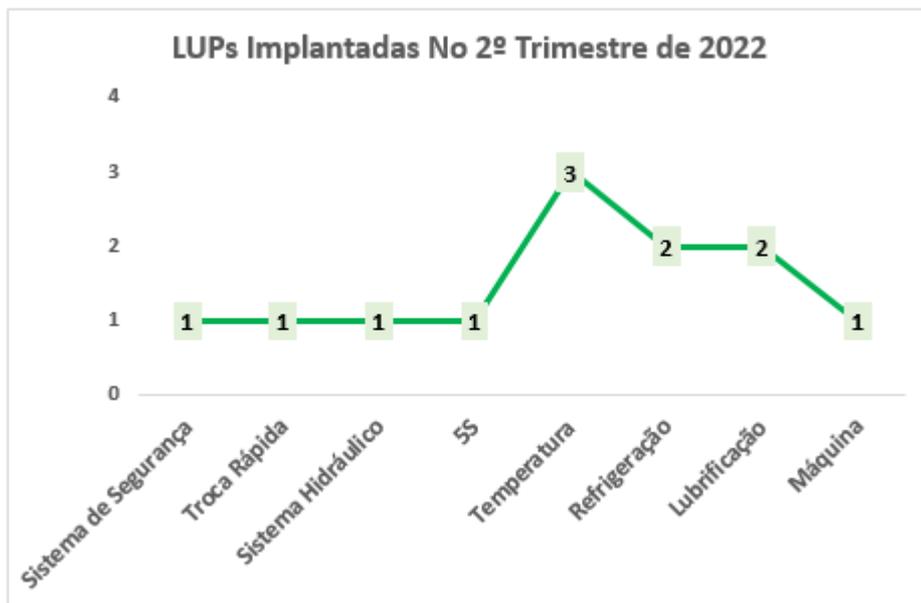
4.2 Checklist de Inspeção

Foi elaborado o Checklist com itens que devem ser inspecionados diariamente para monitoramento das condições básicas da máquina. Operador verifica item a item e via sinalizando com OK ou NOK. Neste documento, temos o critério de avaliação que será indicado por uma figura ao lado com o desenho de um dos sentidos humanos. Ao lado teremos o número da LUP que ele foi treinado nesta atividade e abaixo teremos uma espécie de mapa com a foto rela da máquina com sinalizadores dos locais de inspeção. No Anexo B, temos o Checklist que está em uso na máquina.

4.3 LUP

A LUP (Lição de Um Ponto) foi implantada para treinar, orientar e registrar os colaboradores capacitados na metodologia e garantir a execução de cada atividade de inspeção da máquina. No Anexo C, temos uma amostra da LUP 01 referente ao Sistema de Segurança da máquina 320 que está em uso atualmente. Na Figura 19, temos um gráfico com as LUPs implantadas na máquina 320 no 2º trimestre de 2022.

Figura 19 - LUPs implantadas na máquina 320



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.4 Controle Visual

Na Figura 20, temos alguns exemplos de controle visual implantados na máquina 320. Essa ferramenta serve para facilitar a visualização e tornar a inspeção mais eficaz dos itens críticos da máquina.

Figura 20 - Controle Visual



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O controle visual demonstrado na Figura 20, se resume em marcações de nível de óleo hidráulico e de lubrificação, faixa de pressão de trabalho do sistema pneumático, sentido de fluxo de água/ar comprimido, identificação de entrada e saída de água gelada do processo. Antes da M.A, os operadores não tinham um padrão de trabalho destes itens.

4.5 Gestão à Vista

Na Figura 21, temos o quadro de Gestão à Vista. Em frente a ele são realizadas reuniões semanais para tratar de assuntos de produção e M.A.

Figura 21 - Quadro de Gestão à Vista

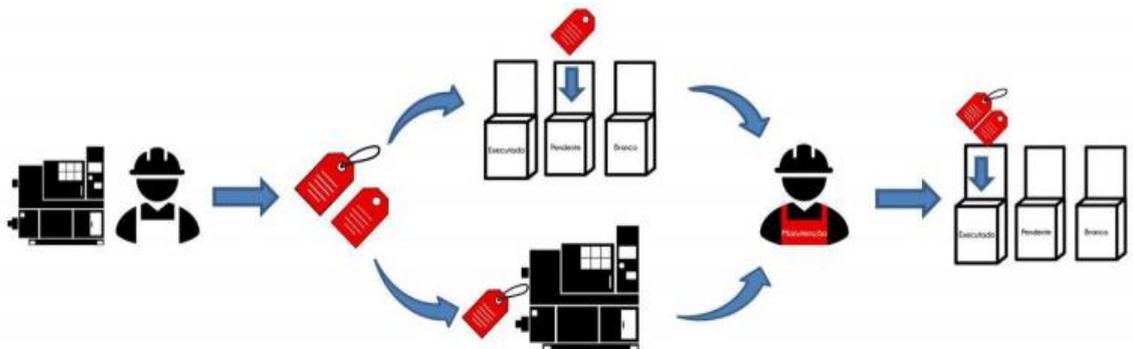


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Neste quadro demonstrado na Figura 21, ficam as etiquetas de MPT em branco, pendentes e executadas, o Checklist, a Planilha de Anomalias e o Relatório A3 que está disponível no Anexo A.

Na Figura 21, temos o fluxo de etiquetas MPT que desenvolvemos para este processo.

Figura 22 - Fluxo de etiquetas MPT



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após a identificação da anomalia, o operador pega duas etiquetas em branco no quadro de Gestão à Vista, preenche as duas de forma igual, coloca uma

no local do problema e a outra na caixinha de etiquetas pendentes no quadro. No ato do preenchimento, as informações tais como: a descrição do problema, a data da ocorrência, o responsável que identificou o problema, o responsável para solucionar, o prazo e o número da ordem de serviço de manutenção. A manutenção recebe este chamado e vai até o local. Lá é feita uma análise se é possível corrigir de imediato ou se será necessário programar com o PCM e PCP. Quando o problema for solucionado, a etiqueta que estava no local é retirada pelo operador e grampeada junto a pendente e colocada na caixinha de executadas que está no quadro de gestão

Na Figura 23, temos uma etiqueta MPT preenchida e pendente que está no local do problema. Ela permanecerá neste local até ser solucionada.

Figura 23 - Etiqueta MPT no local do problema



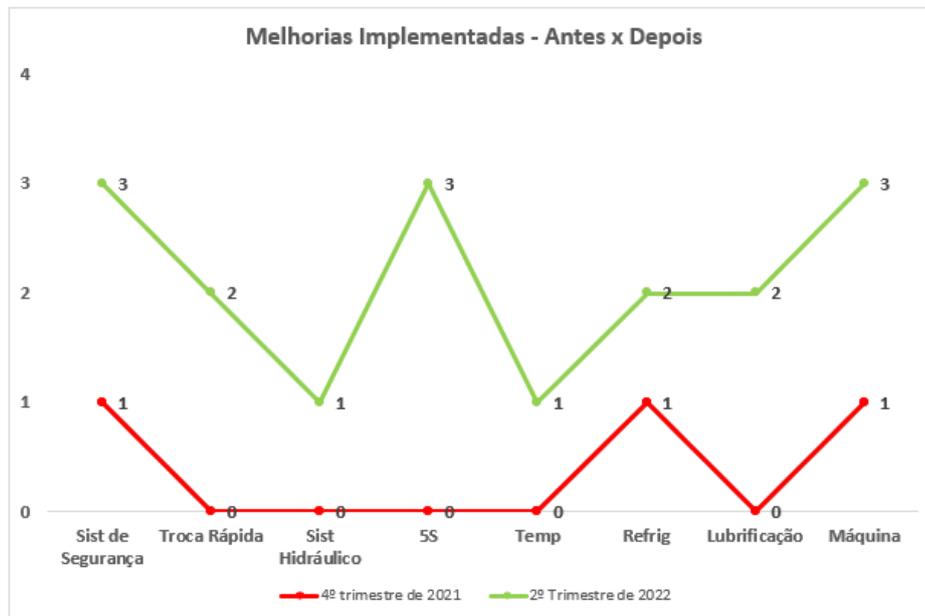
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.6 Melhorias Implementadas

Neste tópico, temos as evidências das melhorias que foram implementadas no decorrer do evento. Foram ações de alto impacto e com baixo investimento financeiro, que garantiram uma evolução positiva da performance da máquina. As ações corretivas foram baseadas nas cinco principais falhas demonstradas no gráfico da Figura 13. Ao todo, implementamos catorze melhorias que foram distribuídas por setores da máquina (segurança, sistema hidráulico, lubrificação

etc.). Na Figura 24, temos um gráfico com as quantidades de melhorias antes e após a M.A.

Figura 24 - Comparativo das melhorias antes e após a M.A



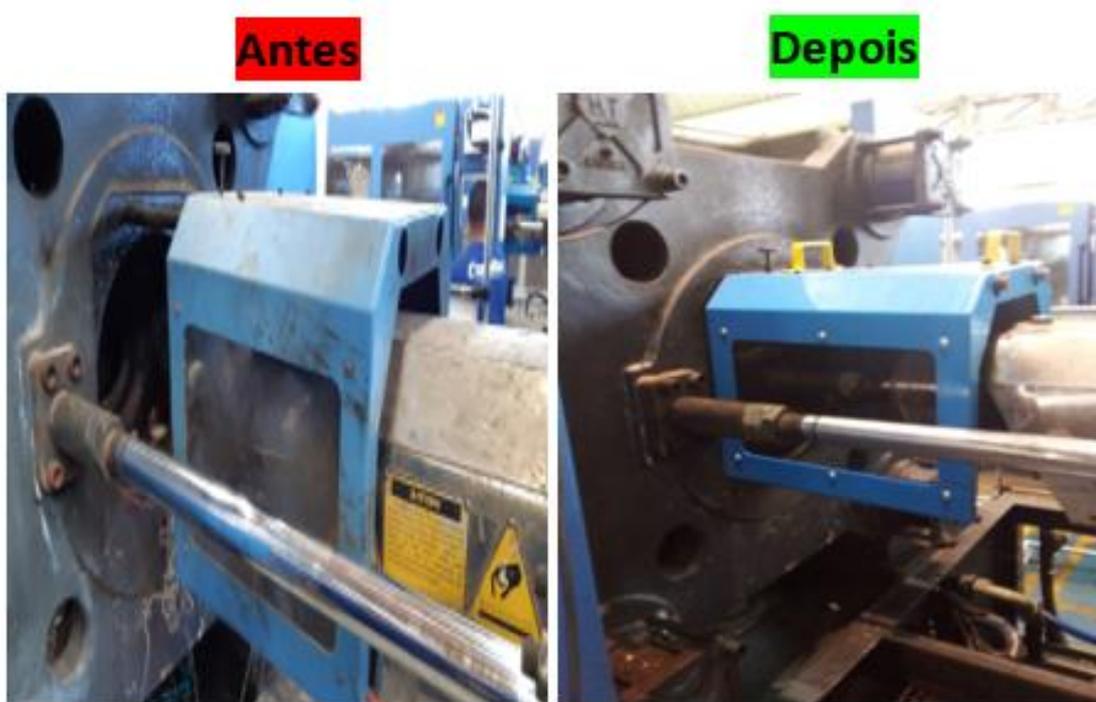
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De todas as melhorias que realizamos, temos como destaque três delas, pois estas proporcionaram uma alta redução de custos com a manutenção desta máquina. As duas primeiras, mencionadas no gráfico de pareto da Figura 13, são: “resistência do bico queimada” e “alarme de inversor”, que representavam 20% das nossas causas principais de paradas não programadas. A terceira melhoria foi um Poka Yoke para facilitar a troca de ferramentas da máquina e obtermos ganhos no setup além de aumentar a produtividade e reduzir custos de manutenção.

Na Figura 25, temos a primeira melhoria que foi realizada no sistema de proteção do bico onde ficam as resistências elétricas. Tivemos 32 ocorrências de parada de máquina no 4º trimestre de 2021 e era a top 01. O sistema foi restaurado e colocado em funcionamento novamente. Como a proteção do bico estava danificada, seu sistema de segurança estava burlado e o setor era penalizado no indicador de segurança. Ao movimentar esta proteção, sempre ocorriam curtos-circuitos e danos nos sistema de resistência elétrica de aquecimento. Era preciso desligar o sistema de aquecimento, esperar esfriar e depois realizar a intervenção. Além disso, com esta proteção inoperante, facilitava a projeção de espirros de

plástico quente no rosto do operador e dificultava a verificação de possíveis vazamentos de matéria prima. Com esta melhoria, economizamos R\$11.136,00 em resistências elétricas.

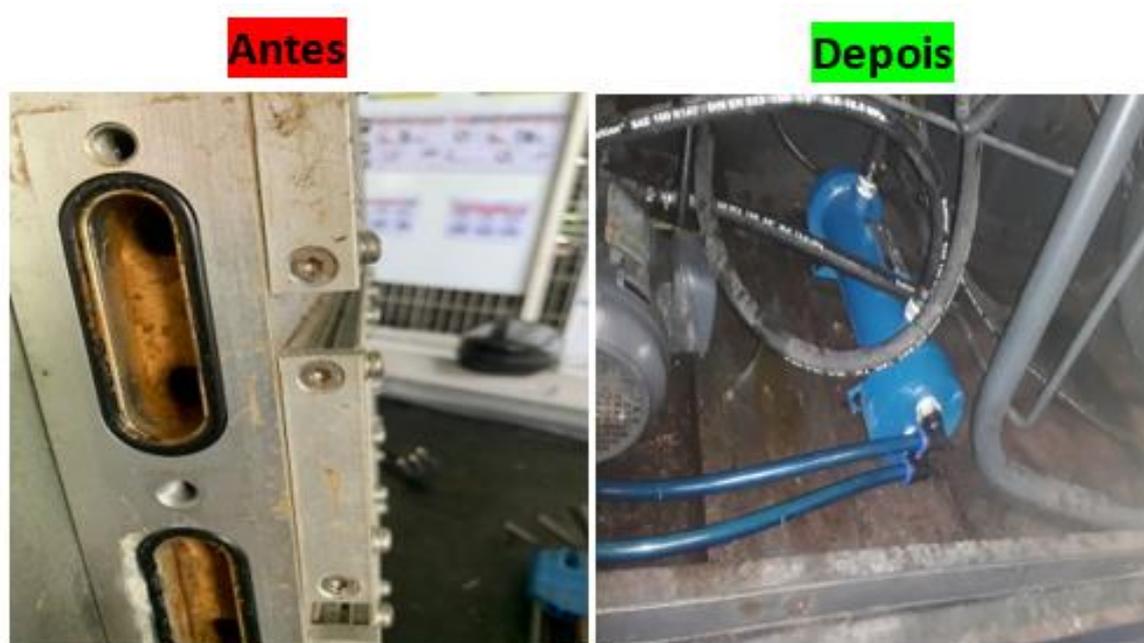
Figura 25 - Sistema de proteção do Bico Injetor



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Figura 26, temos a melhoria no sistema de refrigeração do inversor da máquina onde tivemos 12 ocorrências de parada de máquina. Foi retirado o sistema de refrigeração à água industrial que causava obstruções com “lama” e colocado um sistema à óleo hidráulico, com aproveitamento do próprio óleo da máquina. Esta falha gerava superaquecimento do inversor e conseqüentemente a queima de componentes eletrônicos da placa de controle ou até a perda total deste componente. Precisávamos de no mínimo 60 minutos para reset da falha de temperatura. Quando era necessário reparo, o valor ficava em torno de R\$31.000,00. Quando o reparo do inversor era inviável, um novo saia por R\$62.000,00. Foram economizados no período atual em comparação com o anterior, cerca de R\$156.120,00 referente aos custos com este tipo de manutenção.

Figura 26 - Sistema de refrigeração do Inversor



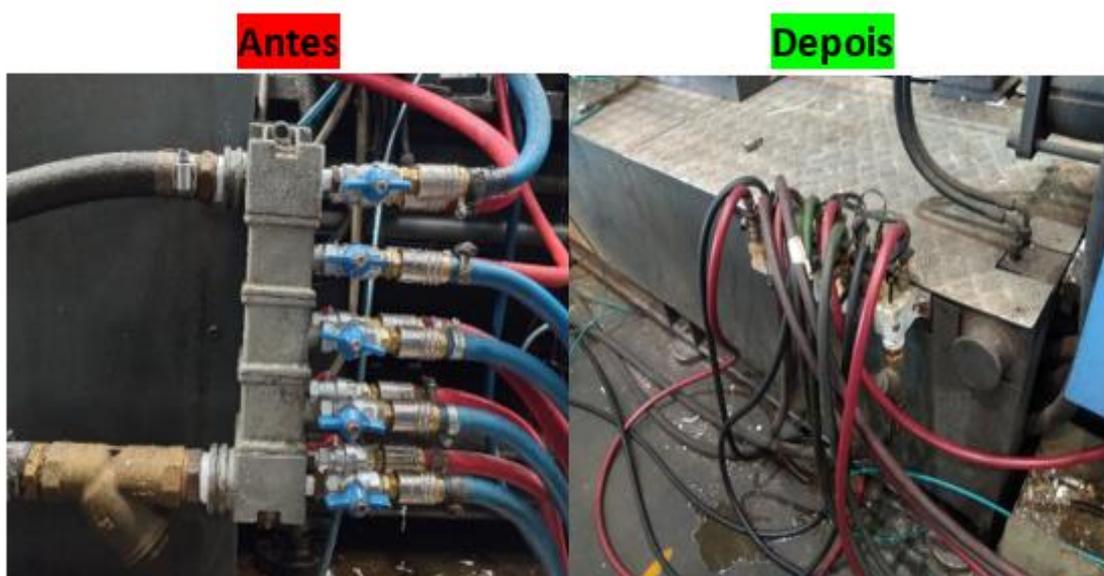
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Figura 27, temos a terceira melhoria que resultou em ganhos no tempo de setup, produtividade e custos de manutenção. Foi aplicado um exemplo de Poka Yoke que significa um dispositivo ou sistema à prova de erros. As mangueiras não tinham diferenciação entre entrada e saída de água gelada para o processo de refrigeração dos moldes de injeção. As dez mangueiras eram de várias cores e fixadas com abraçadeira e com uso de chave de fenda. Elas estavam posicionadas no manifold na posição horizontal que gerava um efeito de dobra da mangueira e dificultava a circulação da água.

Havia, nesse processo, um risco de acidente quando os operadores precisavam fixar e retirar as mangueiras durante o setup, pois quando as abraçadeiras de fixação estavam muito gastas, a chave de fenda escorregava e atingia a mão deles. Além do risco de acidente, esta forma de processo demandava um tempo desnecessário de setup e perda de produção, pois o operador as conectava na posição de entrada e saída na tentativa e erro. Quando estas mangueiras eram conectadas de forma invertida, ocasionava uma deficiência na refrigeração do molde, pois a água não circulava no sistema e conseqüentemente começavam a aparecer deformações nas peças injetadas e o índice de sucata aumentava. Este erro operacional contribuía para a indisponibilidade da máquina.

Desta forma, padronizamos a entrada na cor azul e a saída na cor vermelha, fixamos o manifold na posição vertical para evitar a dobra das mangueiras e colocamos engates rápidos para facilitar a instalação e remoção das mangueiras no molde, eliminamos o uso da chave de fenda. Instalamos os engates rápidos na posição contrária no seu local de instalação, para garantir que as mangueiras de entrada sejam conectadas na entrada do processo e as de saída também. Foram economizados cerca de R\$9.700,00 referente a troca de abraçadeiras, mangueiras e conexões.

Figura 27 - Poka Yoke



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Tabela 12, temos a redução dos gastos com manutenção alocados nesta máquina.

Tabela 12 - Redução de custos de manutenção após a M.A

Melhoria Implementada	Ganhos Financeiros Após a M.A			TOTAL
	Restauração da Proteção do Bico	Modificação na Refrigeração do Inversor	Poka Yoke na Refrigeração dos Moldes	
Redução de Custos com Manutenção	R\$11.136,00	R\$156.120,00	R\$9.700,00	R\$176.956,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como intuito apresentar a eficácia da aplicação da metodologia TPM com foco na Manutenção Autônoma para a resolução do problema de paradas por manutenção não programada em um cenário em que estas ocorrências indesejadas de manutenção diminuíam a produtividade e geravam impactos negativos à empresa estudada.

A partir do referencial teórico exibido, foi possível conceituar o TPM e seus pilares, assim como entender as ferramentas e práticas da Produção Enxuta como um conjunto de possibilidades que podem ser utilizadas nas mais diversas aplicações. De tal forma, o conhecimento destes itens supracitados aplicados na metodologia para a resolução dos problemas da empresa, permitiu definir uma equipe multidisciplinar, identificar e descrever os problemas, aplicar ações de contenção imediata, identificar e sinalizar anomalias, sugerir melhorias e, por conseguinte, conduzir os passos necessários para atingir o objetivo proposto no início do trabalho: a redução das paradas de máquina.

Ao avaliar o problema das paradas de máquina sob múltiplos aspectos e com o amparo das ferramentas da Manutenção Autônoma usadas neste trabalho, chegou-se à conclusão de que a implantação da metodologia TPM com foco na M.A demanda pouco investimento, onde o maior recurso utilizado foi o tempo gasto nas etapas do processo. É importante ressaltar ainda, que o emprego da metodologia permitiu o aumento do espírito de equipe no grupo e a sensação de dono do negócio. Observou-se também que, a partir da implementação das ações de melhoria, houve uma evolução significativa no processo de redução de paradas não programadas por manutenção. Consequentemente, o indicador de Disponibilidade apontou no 2º trimestre que houve um ganho médio de 6% após o evento e estima-se que ainda no 3º trimestre deste mesmo ano, os registros de Disponibilidade da máquina 320 atinjam um valor próximo de 95%. Este resultado permite afirmar que o emprego da Manutenção Autônoma é eficaz para identificar, sinalizar e conter problemas, impedindo custos desnecessários com reincidências de paradas indesejadas.

Entretanto, foram encontradas algumas dificuldades durante o andamento do trabalho. Exemplo disso foi a demora na liberação dos operadores para o

workshop e treinamento, pois aconteceram no horário de trabalho. Para não impactar no atendimento da produção, tivemos que remanejar alguns colaboradores de outros turnos para suprirem esta necessidade. Além disso, notou-se um distanciamento da direção da empresa no apoio a aplicação do estudo. A direção da empresa aprovou a ideia desta frente de trabalho, mas falta ainda um pouco mais de incentivo geral.

Como desafio futuro, sugere-se a empresa dar continuidade ao trabalho que se desenvolveu neste período praticando a metodologia em outras máquinas de mesma configuração para facilitar a ampliação mais rápida deste projeto. Recomendo aos setores produtivos da empresa a abraçar este trabalho e evitar ao máximo a probabilidade deste instrumento de melhoria cair em desuso e esquecimento. Espera-se ainda, que os resultados apresentados nesse trabalho possam contribuir e servir para o meio acadêmico, para os agentes do setor e a sociedade. Portanto, com os resultados obtidos, conclui-se que o objetivo do trabalho foi atingido com êxito e sugere-se para estudos futuros o uso da metodologia TPM com foco na M.A para alcance de melhores resultados, através da resolução eficaz de problemas, podendo até explorar outras áreas díspares das expostas nesse estudo.

REFERÊNCIAS

10 REGRAS DE OURO DO KAIZEN. **PM Executivo**, 2015. Disponível em: <<https://pmexecutivo.com/2015/11/03/10-regras-de-ouro-do-kaizen/>>. Acesso em: 31 out. 2022.

5S – O QUE É 5S E COMO IMPLEMENTAR O PROGRAMA NA SUA EMPRESA. **Nomus Blog Industrial**, 2022.

A PODEROSA FILOSOFIA DA TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE. **Modular Cursos**, 2021. Disponível: <https://modularcursos.com.br/a-poderosa-filosofia-do-tpm-total-productive-maintenance/?gclid=EAlaIQobChMI3MD1y-659wIVohXUAR0oVw3sEAAYASABEgJkvfD_BwE>. Acesso em 15 mar. 2022.

ALMEIDA, M. T. de. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. Itajubá, 2000 5p. Disponível em: <<https://mtaev.com.br/wp-content/uploads/2018/02/mnt1.pdf>> Acesso em: 26 ago. 2022.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada** / Paulo Samuel de Almeida - São Paulo: Érica, 2014.

ANDRADE, Bruno Manuel Machado dos Santos. **Implementação de melhorias na gestão da manutenção da Seara-Indústria de Carnes**. 2012. Tese de Doutorado.

BRITTO, R. de; PEREIRA, M. A. Manutenção autônoma: estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas. In: **VII SEMEAD – Seminário de Estudos de Administração da USP** – Universidade de São Paulo - USP. 2003.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRPII e OPT: um enfoque estratégico**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 186 p. 1993.

CYRINO, L. GESTÃO TPM E SUA TRAJETÓRIA. **Manutenção em Foco**, 2017. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/gestao-tpm-e-sua-trajetoria/>>. Acesso em: 30 ago. 2022.

DEMO, P. **Introdução à metodologia da ciência**. São Paulo: Atlas, 1985. Disponível em: <<https://www.nomus.com.br/blog-industrial/5s/>>. Acesso em: 04 nov. 2022.

EMILIANI M. L. **Continuous personal improvement. Journal of Workplace Learning**. v. 10, n. 1, p. 29–38-, 1998.

ENTENDA A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PARA A INDÚSTRIA. **Nortel A Sonepar Company**, 2022. Disponível em: <<https://nortel.com.br/blog/entenda-a-importancia-da-manutencao-para-a-industria/#:~:text=A%20manuten%C3%A7%C3%A3o%20industrial%20%C3%A9%20>

um,causar%20preju%C3%ADzos%20para%20o%20servi%C3%A7o>. Acesso em: 29 ago. 2022.

ENTENDA COMO FUNCIONA O PENSAMENTO ENXUTO E CONHEÇA OS SEUS 5 PRINCÍPIOS. **GrupoVoitto**, 2008-2022. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/pensamento-enxuto>>. Acesso em: 28 out. 2022.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. 1 ed. Porto Alegre: Elsevier. 2009.

FONTES, J. M. et al. **Desenvolvimento de um sistema informatizado** para planejamento e controle de manutenção em maquinas florestais: siplam. Viscosa-MG: Revista Arvore, 1977. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=gT6aAAAIAAJ&oi=fnd&pg=PA279&dq=hist%C3%B3ria+da+manuten%C3%A7%C3%A3o+mecanica+industrial&ots=QMJQdWwF7N&sig=KhFpck7Kmtx0oumfqujXITdHSuc#v=onepage&q=hist%C3%B3ria%20da%20manuten%C3%A7%C3%A3o%20mecanica%20industrial&f=false>>. Acesso em: 27 ago. 2022.

FURLAN, Emerson; LEÃO, Moisés Souza. **Manutenção Autônoma: Um Estudo de Caso em Uma empresa de Embalagens Cartonadas**. 2010. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Faculdade Genecista de Capivari SP – Facecap, Capivari, 2010.

GESTÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO: PAINEL DE CONTROLE. **CM Center Blog**, 2017. Disponível em: <<https://cmcenter.com.br/pt-br/blog/gestao-de-seguranca-do-trabalho-painel-de-controle/>>. Acesso em: 05 nov. 2022.

GIANESE, I. G. N.; CORRÊA, H. L. **Administração Estratégia de Serviços**. São Paulo: Atlas, 2010.

KARDEC, A.; NASIF, J. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. rev. e. ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, Petrobras, 2009.

KRAFCHIK, J. F. **Triumph of the lean production system**. **Sloan Management Review**. v.30, p. 41 - 52, 1988.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, v 1.0, 97p., 2003.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre, 2005.

MANUTENÇÃO AUTÔNOMA: ENTENDA OS 7 PASSOS DESTE PILAR DOTPM. **Kimia Consultoria**, 2021. Disponível em: < <https://www.kimia.com.br/manutencao-autonoma-7-passos-pilar-tpm/>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: ENTENDA E APLIQUE OS 8 PILARES. **Kimia Consultoria**, 2020. Disponível em: < <https://www.kimia.com.br/manutencao-autonoma-7-passos-pilar-tpm/>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

MELHORIA CONTÍNUA EM PROCESSOS. **Lean Blog**, 2018. Disponível em: <<https://terzoni.com.br/leanblog/melhoria-continua/>>. Acesso em: 15 set. 2022.

MESQUITA, M.; ALLIPRANDINI, D. H. Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de auto-peças. **Gestão & Produção**, v. 10, n. 1, p. 17-33, 2003.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **Manutenção produtiva total**: estudo de caso em uma empresa automobilística. Taubaté: UNITAU, 2004.

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

NAKAJIMA, S. A. **La Maintenance Productive Total (TPM)**. Traduzido do japonês por Yoko Sim, Christine Condominas e Alain Gómez, Afnor, Paris, France, 1989.

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

O PANORAMA E A EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL NA DÉCADA DE 2000 A 2010. **Profissional Tech One**, 2015. Disponível em: <<https://profissionaltech6.blogspot.com/2015/02/o-panorama-e-evolucao-do-processo-de.html>>. Acesso em 31 ago. 2022.

O QUE É JUST IN TIME? COMO ELE AJUDA SUA EMPRESA? **Sankhya**, 2017. Disponível em: <<https://www.sankhya.com.br/blog/o-que-e-just-in-time/>>. Acesso em: 03 nov. 2022.

O QUE É KANBAN? EXPLICADO PARA INICIANTE. **Kanbanize**, 2017. Disponível em: <<https://kanbanize.com/pt/recursos-kanban/primeiros-passos/o-que-e-kanban>>. Acesso em: 03 nov. 2022.

O QUE É LEAN MANUFACTURING OU MANUFATURA ENXUTA E COMO APLICAR. **Portal da Indústria**, 201. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/lean-manufacturing-manufatura-enxuta/>>. Acesso em: 27 out. 2022.

O QUE É OEE? PRA QUE SERVE? POR QUE MEDIR O OEE? **OEE Efetividade Global do Equipamento**, c2021. Disponível em: <<https://www.oee.com.br/o-que-e-oe/>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

O QUE É POKA YOKE? **Grupo Voitto**, 2008-2022. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-poka-yoke>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

O QUE É TPM. **PDCA Consultoria em Qualidade**, c2018. Disponível em: <<https://www.pdca.com.br/index.php/portal-tpm>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, José Carlos Souza. **Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras**. Revista GEPROS, v. 9, n. 3, p. 53, 2013.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial, v. 4, n. 02, p. 01-16, 2008.

PALMER, D. **Maintenance Planning and Scheduling Handbook**. New York: McGraw-Hill, 2000.

PASCAL, Dennis. **Produção Lean Simplificada**. Editora Bookman, 2008.

PASCHOAL, DÉBORA RODRIGUES DE SOUZA *et al.* **Disponibilidade e confiabilidade: aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade**. Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA nº, v. 3, p. 1, 2009.

QUEIROZ, G. A. **Recomendações para implementação da Manufatura Enxuta considerando os propósitos da Produção mais limpa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). São Carlos - Universidade de São Paulo - USP, 2015.

RIBEIRO, H. **5S: Um roteiro para uma implantação bem-sucedida**. Salvador, BA: **Casa da qualidade**, 99p, 1994.

RODRIGUES, T. A. **Recomendações para Implementação de Manutenção Autônoma**. Monografia (Graduação em Engenharia Naval). Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Joinville. 2017.

SHINOTSUKA S. **TPM Encyclopedia**. Material distribuído no curso pela JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance). Cali, CO, 2001.

SLACK, Nigel; JOHNSTON, Robert; CHAMBERS, Stuart. **Administração da Produção**: 4º Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SUZUKI T. **TPM en industrias de proceso**. Madrid España: TGP HOSHIN, 1995.

SUZUKI, T. **TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: JIPM & IMC, 1993.

SWANSON L. **Linking maintenance strategies to performance**. Int. J. Production Economics 70. 2001.

TAKAHASHI, Y. e OSADA, T. **TPM / MPT – Manutenção Produtiva Total**. 1ª ed. São Paulo: Instituto IMAN, 322 p. 1993.

TIPOS DE MANUTENÇÃO DE ACORDO COM A NBR 5462. **Engeteles**, 2018. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/tipos-de-manutencao/>>. Acesso em: 25 ago.

TONDATO, R. **Manutenção produtiva total**: estudo de caso na indústria gráfica. Porto Alegre: Ufrgs, 2004.

TRAVAGLINI, M. COMO IMPLANTAR O TPM? OS 12 PASSOS. **Linkedin**, 2021. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/como-implantar-o-tpm-os-doze-passos-mauricio-travaglini/?originalSubdomain=pt>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

TROMBETA, A. 50 TONS PARA A MANUTENÇÃO CLASSE MUNDIAL. **Manutenção Net**, 2017. Disponível em: <<https://manutencao.net/artigo/50-tons-para-a-manutencao-classe-mundial/#.Yw9pGbVKgdV>>. Acesso em: 30 ago. 2022.

TSANG, A. H.C. **Maintenance Performance Management in Capital Intensive Organizations**. Toronto, Canadá: Tesis (PhD in Mechanical & Industrial Engeneering) University of Toronto, Toronto. 2000.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM – Planejamento e Controle de Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WIREMAN T. **Developing performance indicators in managing maintenance**. New York, NY: Industrial Press Inc., 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo**. Campus: Rio de Janeiro, 2004.

WOMACK, J.P., JONES, D.T., ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**, Editora Campus, 1992.

WYREBSKI, J. (1997) - **Manutenção produtiva total: um modelo adaptado**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. UFSC. Florianópolis. 1997. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/158161> >. Acesso em: 17 set. 2022.

XENOS H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: EDG, 1998

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

ANEXOS

ANEXO A – Relatório A3 do evento da Haitian 320

A3

MANUTENÇÃO AUTÔNOMA – 320

1 - REQUISITOS DO NEGÓCIO



LIDER: Artur Freitas
TIME: Renato, Mardonio, Eduardo, Maridônio, Paulo, Lourival, Felipe, Fabiano, Robério.

Evento: 18 de Jan a 11 de Fev o de 2022

- ✓ Implementar Ferramentas de Manutenção Autônoma do TPM na UGB da 320
- ✓ Resolver 50% das Etiquetas durante o Dia "D"

3 - SITUAÇÃO APÓS EVENTO

✓ Manutenção Autônoma Implantada (Check-List de Inspeção, Controle Visual, LUPs)




93% etiquetas resolvidas no Workshop!!

2 - SITUAÇÃO ANTERIOR

Descrição da Anomalia	Quantidade
Pinos da ponteira do disco danificados	0
Pinos do disco com anelitos danificados	0
Falta de óleo na ponteira do disco	0
Carvão muito fino com grãos ligados	0
Maneiras de alinhamento do fund encontro-se danificadas	0
Maneiras de alinhamento de suporte	0
Alinhamento do fund danificado	0
Abrasão da mangueira de alimentação do fund, encontro-se danificadas	0
Falta do óleo do cooler	0
Abrasão da mangueira de água, encontro-se danificadas	0
Isolante térmico preso, encontro-se danificadas	0
Display do IHM, encontro-se danificadas	0
Iluminação distribuidora de água quente, troca de pastilha	0
Falta limpeza rápida no filtro de distribuição	0
Fluxamento do sistema de resfriamento do motor, encontro-se danificadas	0
Fração da proteção lateral, não conforme	0
Falta pontos de acoplamento	0
Folga na proteção da zona de abertura dos moldes	0
Contorno de sala sanitária	0
Alerta não conforme	0
Formação do cooler condado	0
Temperatura anormalizada	0
Falta de parafusos de fixação no aquecedor do ar condicionado	0

- Máquina com bastante sujeira acumulada
- Máquina com Anomalias ocultas
- Falta de Controle Visual
- Falta de Inspeção de Rotina

4 - PLANO DE AÇÃO

UGB		PLANO DE AÇÃO - HAITIAN 320				
Unidade Gerencial Básica		Esmaltex				
Nº	Ação	Responsável	Status			
			25%	50%	75%	100%
1	Kick Off - Ferramentas de Manutenção Autônoma na UGB da Liberação Final	Artur Freitas				
2	Realizar Limpeza, Inspeção e Etiquetagem na Máquina (Dia "D")	Time				
3	Eliminar 50% das anomalias e retirar Etiquetas no Dia "D"	Time				
4	Elaborar Check-List de Inspeção Autônoma	Time				
5	Implementar Controle Visual na Máquina	Time				
6	Elaborar as LUPs do Check-List de Inspeção Autônoma	Artur Freitas				
7	Implementar Gestão à Vista no Quadro da UGB	Artur Freitas				
8	Treinar Operadores na execução do Check-List	Artur Freitas				
9	Treinar Operadores nas LUPs	Artur Freitas				

Exemplos:

Alto nível de sujeira!



IHM quebrada!



Painel elétrico com tampa Quebrada!



5 - FOLLOW UP / RESULTADOS

- **93%** das Etiquetas resolvidas na Limpeza geral
- 17 melhorias implementadas
- Mapeamento de Anomalias e Controle Visual da Máquina
- Check-List de Inspeção Autônoma implementado
- Treinamento e capacitação dos Operadores com LUPs
- Gestão à Vista no Quadro da UGB



ANEXO B – Checklist de Inspeção

UGB		Unidade Gerencial Básica		MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - TPM		1		
CHECK LIST DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA				ANO: 2022		1		
ÁREA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS - REF		EQUIPAMENTO: MATIAN 320 UGB INJEÇÃO DE PLÁSTICOS - REFRIGERAÇÃO		1		1		
Item de Verificação	Executar O QUE	Critério de Avaliação	LUP	TURNOS				
				1T	2T	3T		
1	Segurança Obs: Caso seja encontrado alguma anomalia, acionar imediatamente a manutenção. Caso tenha barra no flico, realizar limpeza de imediato.		LUP 01 HTZ001					
2	Sistema Hidráulico Inspeccionar nível do Óleo Hidráulico. (D2) Obs: Caso o nível esteja abaixo do valor indicado, acionar imediatamente a manutenção.		LUP 02 HTZ002					
3	Refrigeração Inspeccionar se as válvulas de Água Industrial do Trocador de Calor hidráulico, do Inversor e da entrada do Funil estão abertas. (D3) Obs: Caso estejam fechadas, realizar abertura.		LUP 03 HTZ003					
4	Refrigeração Inspeccionar se as válvulas de Água Gelada do Molde estão abertas. (D4) Obs: Caso estejam fechadas, realizar abertura.		LUP 04 HTZ004					
5	Lubrificação Inspeccionar o nível do Óleo Lubrificante. (D5) Obs: Caso esteja abaixo do valor indicado, acionar imediatamente a manutenção.		LUP 05 HTZ005					
6	Lubrificação Inspeccionar se o Reservatório de descarte de Óleo Lubrificante está no seu nível máximo. (D6) Obs: Se estiver no máximo, realizar o descarte no local correto.		LUP 06 HTZ006					
7	Temperatura Inspeccionar, na página "TEMP" da IHM da máquina, se a temperatura de trabalho do Carvão está conforme a FTP? (D7)		LUP 07 HTZ007					
8	Temperatura Inspeccionar, na página "INICIAL" da IHM da máquina, a temperatura de trabalho do Óleo Hidráulico. (D8) (Temperatura: 40 a 50°C)		LUP 08 HTZ008					
9	Temperatura Inspeccionar temperatura de trabalho da Câmara Quente de aquecimento do Molde. (D09) (Temperatura conforme a FTP)		LUP 09 HTZ009					
10	Troca Rápida Inspeccionar estado de conservação das Garras e Mangueiras Hidráulicas. (D10) Obs: Caso seja identificado alguma anomalia, acionar imediatamente a manutenção.		LUP 10 HTZ010					
11	5S Inspeccionar / Realizar limpeza externa da máquina (Proteções, Painéis e IHM) e do local de trabalho (Bancada, Piso e na Base abaixo do Carvão) Obs: A limpeza e organização deve ser feita diariamente no final de cada Turno. (15 Min)		LUP 11 HTZ011					
12	Máquina Observar, durante a execução deste check list, se existe algum vazamento de óleo, água, ar comprimido, ruídos ou barulhos anormais e mau cheiro na máquina ou em volta dela. Obs: Caso seja identificado alguma anomalia, acionar imediatamente a manutenção.		LUP 12 HTZ012					

SEMPRE QUE IDENTIFICAR ALGUMA NÃO CONFORMIDADE, REGISTRAR OCORRÊNCIA E REPORTAR IMEDIATAMENTE A MANUTENÇÃO					TOCAR AS PARTES AS SEUS CANTOS CORNERE DE 90 GRÁUS PARA SE PROPRIAMENTE DESEMPENHAR AS TAREFAS DE INSPEÇÃO.
	VISUAL	AUDITIVO	OLFATO	TÁTEL	REALIZAR TUDO AS TAREFAS DESENGENHO DEPOIS DE SE ATENDER COM TUDO ATENDIDO.
					PRESENCIA DE O CHECK LIST: <input type="checkbox"/> CORRETO <input type="checkbox"/> NÃO CORRETO <input type="checkbox"/> NÃO EFETUADO

UGB		Unidade Gerencial Básica		MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - TPM		1		
LAYOUT DO EQUIPAMENTO				ANO: 2022		1		
ÁREA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS - REF		EQUIPAMENTO: MATIAN 320 UGB INJEÇÃO DE PLÁSTICOS - REFRIGERAÇÃO		1		1		
Legend: PERIODICIDADE: FREQUÊNCIA: Nº DO ITEM DE INSPEÇÃO:								

Rev: 02

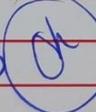
ANEXO C – Lição de Um Ponto

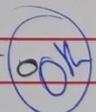
UGB
Unidade Gerencial Básica

LIÇÃO DE UM PONTO - LUP
UGB - INJETORAS - REFRIGERAÇÃO C

TIPO:		Nº LUP: 01				
<input type="checkbox"/> CONHECIMENTO BÁSICO	<input checked="" type="checkbox"/> PROBLEMA	<input type="checkbox"/> MELHORIA				
EQUIPAMENTO: HAITIAN		ÁREA: REFRIGERAÇÃO	SETOR: INJEÇÃO PLÁSTICOS			
ELABORAÇÃO: ARTUR FREITAS	DATA: 06/02/22	APROVAÇÃO: <i>Sambalton Costa</i>	DATA: 06/02/22			
TEMA: TESTE DAS PORTAS DE SEGURANÇA						
		<p>❌ ERRO</p> <p>ABRIR A PORTA E FECHAR O MOLDE, O MOLDE NÃO DEVE FECHAR E SIM GERAR UM ALARME DE PROTETOR ABERTO, A MÁQUINA NÃO DEVE INJETAR COM A PROTEÇÃO DO BICO ABERTA</p>				
<p>✅ CERTO</p> <p>QUANDO A PORTA ESTÁ FECHADA E O ALARME RESETADO NO PAINEL A MÁQUINA IRÁ FUNCIONAR NORMALMENTE, A MÁQUINA DEVE SOMENTE INJETAR COM A PROTEÇÃO DO BICO FECHADA</p>						
<p>A MÁQUINA NUNCA DEVE FUNCIONAR COM A PORTA ABERTA PARA EVITAR ACIDENTES COM AS PESSOAS.</p>						
TREINAMENTO		RELAÇÃO DAS PESSOAS TREINADAS			DURAÇÃO: 5 MINs.	
DATA	07/02/22					
INSTRUTOR	A. Luv					
TREINADO	Carlos					
TREINADO	ROBERTO					
TREINADO	Amauri					

ANEXO D – Par de Etiquetas MPT de Anomalia Resolvida

MPT	
ETIQUETA DE ANOMALIAS	Nº 03
EXECUTANTE	MANUTENÇÃO
LOCAL DA ANOMALIA	
ÁREA	EQUIPAMENTO
PLÁSTICOS	HAITIAN 320
DESCRIÇÃO DA ANOMALIA	
PROTEÇÃO DO BICO COM PINTURA DANIFICADA	
F-I CRITICIDADE (C)	
RESPONSÁVEL	RENATO 
PRAZO	4 DIAS
ENCONTRADA POR	RENATO
DATA	08-02-22 OS 5073009
COLOQUE ESTA ETIQUETA O MAIS PRÓXIMO POSSÍVEL DO LOCAL DA ANOMALIA	

MPT	
ETIQUETA DE ANOMALIAS	Nº 03
EXECUTANTE	MANUTENÇÃO
LOCAL DA ANOMALIA	
ÁREA	EQUIPAMENTO
PLÁSTICOS	HAITIAN 320
DESCRIÇÃO DA ANOMALIA	
PROTEÇÃO DO BICO COM PINTURA DANIFICADA	
F-I CRITICIDADE (C)	
RESPONSÁVEL	RENATO 
PRAZO	4 DIAS
ENCONTRADA POR	RENATO
DATA	28/2/22 OS 5073009
COLOQUE ESTA ETIQUETA O MAIS PRÓXIMO POSSÍVEL DO LOCAL DA ANOMALIA	