

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

PEDRO HENRIQUE SIMÕES GOMES

**ESTUDO DE CASO - PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE
GESTÃO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NUMA LINHA DE PRODUÇÃO
INDUSTRIAL ORIENTADO PELA METODOLOGIA IWS**

UBERLÂNDIA – MG

2022

PEDRO HENRIQUE SIMÕES GOMES

**ESTUDO DE CASO - PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE
GESTÃO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NUMA LINHA DE PRODUÇÃO
INDUSTRIAL ORIENTADO PELA METODOLOGIA IWS**

Trabalho apresentado à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Luciano José Arantes

UBERLÂNDIA – MG

2022

RESUMO

Este trabalho apresenta o início processo de implementação do sistema de gestão de Manutenção Autônoma (AM) numa linha de produção industrial de uma empresa do setor alimentício, trazendo consigo, os conceitos e definições de manutenção, a organização e estruturação do sistema de gerenciamento de manutenção autônoma, o contexto histórico que levou a elaboração da ideia de manutenção autônoma, as etapas inerentes ao processo de implementação do sistema de gestão em questão, os objetivos desejados e os resultados obtidos.

Palavras Chaves: IWS; Manutenção Autônoma; TPM; AM; DMS, CL, CIL, DH.

ABSTRACT

This work presents the beginning of Autonomous Maintenance (AM) management system implementation in an industrial production line of a company in the food sector bringing with it concepts and definitions of maintenance, AM management system organization, historical context which led to the elaboration of autonomous maintenance idea, inherent steps of AM implementation process, the desired objectives and the results obtained

Keywords: IWS; Autonomous Maintenance; TPM; AM; DMS, CL, CIL, DH

LISTA DE SIGLAS, ACRONIMOS E ABREVIACÕES

- IWS – *Integrated Work System* (Sistema de Trabalho Integrado)
- TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção da Produtividade Total)
- AM – *Autônomos Maintenance* (Manutenção Autônoma)
- CL – *Center Line* (Linha Central ou Ajuste Padrão)
- CIL – *Clean, Inspection and Lubrication* (Limpeza, Inspeção e Lubrificação)
- DH – *Defect Handling* (Manejo de Defeitos)
- DMS – *Daily Management System* (Sistema de Gerenciamento Diário)
- A.F.N.O.R. – *Association Française de Normalisation* (Associação Francesa de Normalizações)
- P&G – *Procter & Gamble*
- MTBF – *Mean Time Between Failure* (Tempo Médio Entre Falhas)
- MTTR – *Mean Time to Repair* (Tempo Médio de Reparo)
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
- NBR – Norma Brasileira
- SWP – *Standard Work Process* (Processo de Trabalho Padronizado)
- JIT – Just in Time (No tempo Certo)
- J.I.P.M. – *Japanese Institute of Plant Maintenance* (Instituto Japonês de Manutenção de Planta)
- PM – *Preventive Maintenance* (Manutenção Preventiva)
- MP – Manutenção Preventiva
- MSP – Manutenção do Sistema Produtivo
- MM – Manutenção Corretiva com Incorporação de Melhoria
- TQC – *Total Quality Control* (Controle da Qualidade Total)
- PR – *Process Reliability* (Confiabilidade do Processo)
- HPWS – *High Performance Work System* (Sistema de Trabalho de Alta Performance)
- OEE – *Overall Equipment Efficiency* (Eficiência Geral de Equipamento)
- KPI – *Key Performance Indicator* (Indicador Chave de Performance)
- P90 – Plano de Noventa Dias
- DDS – *Daily Direction Setting*
- FUP – *Follow Up*

WDS – *Weekly Direction Setting*

MDS – *Monthly Direction Setting*

PDCA – *Plan, Do Check, Act* (Planejar, Fazer, Verificar, Agir)

OPL – *One Point Lesson* (Lição de um ponto)

IPS – *Initial Problem Solving* (Solução Inicial de Problema)

PTA – *Process Transformation Analysis* (Análise de Transformações do Processo)

MTM – *Matriz de Transformação da Máquina*

WPA – *Work point Analysis* (Análise do Ponto de Trabalho)

PDT – *Planned Down Time* (Tempo de Parada Planejada)

UPDT – *Unplanned Down Time* (Tempo de Parada Não Planejado)

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Etapas da Evolução da Manutenção
- Figura 2 – Evolução da Manutenção
- Figura 3 – Tipos de Manutenção
- Figura 4 – Pilares do TPM
- Figura 5 – Fundamentos do IWS
- Figura 6 – Pilares do IWS
- Figura 7 – Composição dos Pilares do IWS
- Figura 8 – *Centerline* Fixo
- Figura 9 – *Centerline* de Intervalo
- Figura 10 – Rotina da Manutenção Autônoma
- Figura 11 – Procedimento Padrão de Implementação da Manutenção Autônoma
- Figura 12 – Linha Industrial Objeto de Estudo
- Figura 13 – *Baseline*: Análise do Número de Paradas Não Planejadas
- Figura 14 – *Baseline*: Análise dos Valores de OEE
- Figura 15 – Resultados: Quantidade de Paradas Não Planejadas
- Figura 16 – Resultados: OEE

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Métricas de AM: Metas de Quantidade de Paradas Não Planejados

Tabela 2 – Métricas de AM: Metas de OEE

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Modelo de *Check List* de *Center Line* (CL)

Anexo B – Modelo de *Check List* de CIL

Anexo C – Modelo de Etiquetas de Defeitos (DH)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Principal	15
2.2 Objetivos Secundários	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1 Contextualização histórica sobre as mentalidades de manutenção	16
3.2 Manutenção: definição	18
3.3 Manutenção Corretiva	19
3.3.1 Manutenção Corretiva Não Planejada	19
3.3.2 Manutenção Corretiva Planejada.....	19
3.4 Manutenção Preventiva.....	19
3.5 Manutenção Preditiva.....	20
3.6 Engenharia de Manutenção	21
3.7 Manutenção da Produtividade Total (TPM).....	22
3.7.1 O Que é TPM?.....	22
3.7.2 Contextualização histórica e origem do TPM.....	23
3.7.3 Estrutura Organizacional do TPM.....	26
3.8 IWS – <i>Integrated Work System</i>	28
3.8.1 Definição de IWS	28
3.8.2 Contexto Histórico	29
3.8.3 <i>Process Reliability</i> (PR)	30
3.8.4 <i>High Performance Work System</i> (HPWS)	31
3.8.5 <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	31
3.8.6 Organização do IWS.....	32
3.9 Manutenção Autônoma	34

3.10 DMS's.....	34
3.10.1 <i>Centerline</i> (CL)	35
3.10.2 <i>Clean, Inspection and Lubrication</i> (CIL).....	37
3.10.3 <i>Defect Handling</i> (DH).....	38
4 METODOLOGIA	41
4.1 Ferramentas de Análises	42
4.2 Passo Zero.....	42
4.2.1 <i>Base Line</i>	43
4.2.2 Dia D (Criação dos <i>Checklists</i> das rotinas de CIL e CL)	43
4.3 Ciclos de monitoramento de resultados e acompanhamento de execução das rotinas	44
4.3.1 <i>Daily Direction Setting</i> (DDS).....	45
4.3.2 <i>Follow Up</i> (FUP)	45
4.3.3 <i>Weekly Direction Setting</i> (WDS).....	45
4.3.4 <i>Monthly Direction Setting</i> (MDS).....	46
4.3.5 Plano de 90 dias (P90)	46
4.4 Processo de Implementação	46
5 RESULTADOS	49
5.1 Linha Industrial Objeto de Estudo	49
5.2 Resultados de Passo Zero – Indicadores, Valores de <i>Baseline</i> e Metas de Indicadores	50
5.2.1 Metas Conceituais do IWS	50
5.2.2 Indicadores	52
5.2.3 <i>Baseline</i> , Metas e Resultados	54
6. CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXO A.....	64

Modelo de <i>Check List</i> de <i>Center Line</i> (CL)	64
ANEXO B	65
Modelo de <i>Check List</i> de CIL	65
Anexo C	66
Modelo de Etiquetas de Defeitos (DH)	66

1 INTRODUÇÃO

Tratando-se de estratégias de manutenção de máquinas e equipamentos industriais, normalmente adota-se medidas baseadas nos 3 tipos de manutenção (corretiva, preventiva e preditiva), comparando-se os custos inerentes a cada um deles, os recursos necessários em cada tipo para solucionar o mesmo problema e, principalmente, o prazo necessário para reestabelecer o fluxo padrão de produção, de acordo com Pinto e Xavier (2001), já que paradas de equipamentos, sejam elas de qualquer natureza, geram impactos financeiros para empresas, os quais serão aceitáveis ou não a depender do modelo de negócio das companhias.

Tendo em mente a ideia descrita no parágrafo acima e vislumbrando a competitividade entre empresas de mesmo setor produtivo no atual cenário mundial, é extremamente relevante saber qual estratégia de manutenção será adotada por uma companhia e como ela será aplicada, visto que os custos de produção que afetam o valor final do produto englobam em sua composição os custos de manutenção, que podem representar um percentual entre 15 e 30%, segundo Almeida (2000). E tal valor afeta os resultados financeiros de uma empresa.

Associado também à manutenção prestada ao maquinário, temos a qualidade do produto como ressalta Falconi (1992), que será diretamente impactada pelo estado de conservação e nível de desempenho dos equipamentos. Tal raciocínio é de suma importância, pois além do preço final, a qualidade do produto é um dos grandes diferenciais (se não o principal diferencial) que levam o consumidor a escolher uma determinada marca de um segmento de produtos.

A fim de otimizar os resultados entregues pela companhia e torná-los sustentáveis a longo prazo, uma empresa do ramo alimentício adotou para suas operações o sistema de gestão chamado *Integrated Work System* (IWS), inventado pela *P&G (Procter & Gamble)*, o qual, segundo Manfredini (2009), é pautado nos lemas “Zero perdas” e “100% de engajamento do time” e conta em seu organograma com a Manutenção Autônoma (AM), uma metodologia de manutenção proveniente do sistema de gestão inspirador do IWS, denominado por seu idealizador, Nakajima (1989), *Total Productive Maintenance* (TPM).

Segundo Nakajima (1989), a Manutenção Autônoma engloba três grandes forças de produção: a utilização plena dos equipamentos, a eficácia dos processos e

o melhor desempenho do trabalho humano visando eliminar as perdas relacionadas a pequenas paradas e falhas de equipamento.

Em vista da presente introdução, o trabalho proposto abordará de modo pragmático o projeto de implementação do pilar de Manutenção Autônoma (muitas vezes chamados de pilar de AM) numa das linhas de produção da empresa em questão. No qual o autor contribuiu com análises de indicadores para avaliar se o processos de implementação estava progredindo, estabelecimento de métodos de cálculo de indicadores baseado na adaptação de bibliografias estabelecidas e realidade de operação da linha industrial objeto de estudo e com sessões de treinamentos aos operadores cujo objetivo era elucidar ao time o motivo da adoção da estratégia de Manutenção Autônoma e quais os passos a serem seguidos para implementá-la.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Principal

Implementar a metodologia da Manutenção Autônoma numa linha de produção industrial de uma empresa do setor alimentício de modo que a metodologia se sustente a longo prazo trazendo continuamente melhores resultados quanto a eficiência de produção, qualidade e custos.

2.2 Objetivos Secundários

- Reduzir o número de paradas não planejadas de uma linha de produção;
- Aumentar a disponibilidade de utilização das máquinas da linha de produção, a partir da redução das paradas não planejadas dessa linha;
- Reduzir o número total de paradas de equipamentos;
- Padronizar um intervalo de paradas programadas para manutenção.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Contextualização histórica sobre as mentalidades de manutenção

“A conservação de instrumentos e ferramentas é uma prática observada, historicamente, desde os primórdios da civilização, mas, efetivamente, foi somente quando da invenção das primeiras máquinas têxteis, a vapor, no século XVI, que a função manutenção emerge” (Wyrebsk, 1997; p.9).

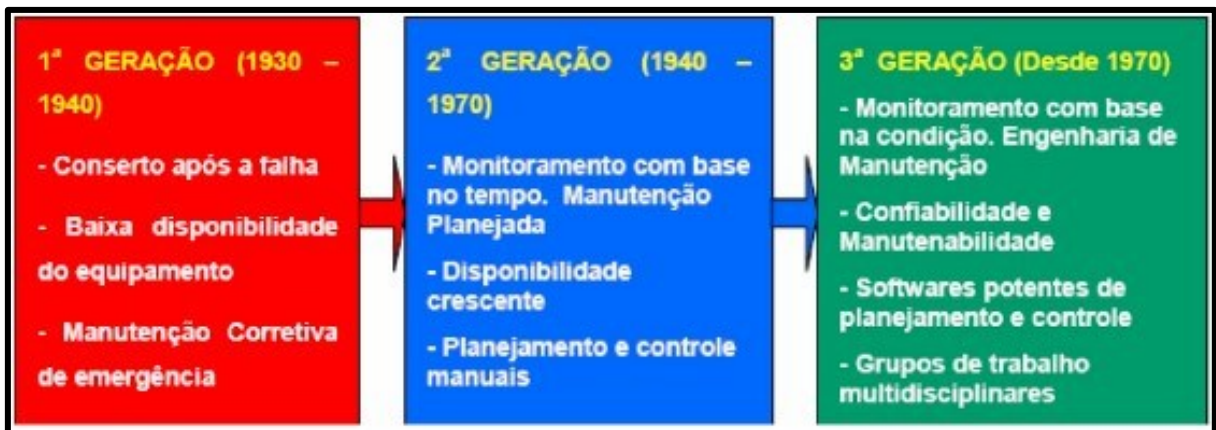
Para Kardec *et al* (2009; p.1), a manutenção pode ter sua evolução dividida em quatro gerações. Já para Sievuli (2001; p.8) *apud* Moraes (2004), são 3 as divisões de gerações da manutenção e suas mentalidades.

Embora a visão dos autores citados e outros mais sejam divergentes quanto as possíveis divisão e datações de cada fase, há concordância quanto aos seguintes pontos:

- Existe uma divisão de gerações de manutenção;
- A mentalidade predominante na 1ª geração era a de se corrigir falhas após a ocorrência desses eventos;
- A mentalidade predominante na 2ª geração era a de ser prevenir que falhas ocorressem;
- O evento global impulsionador da troca de mentalidade da primeira para a segunda geração foi a Segunda Guerra Mundial que, durante seu período, pressionou as plantas industriais a extraírem a maior disponibilidade possível de suas máquinas e equipamentos, principalmente nos países envolvidos no confronto.

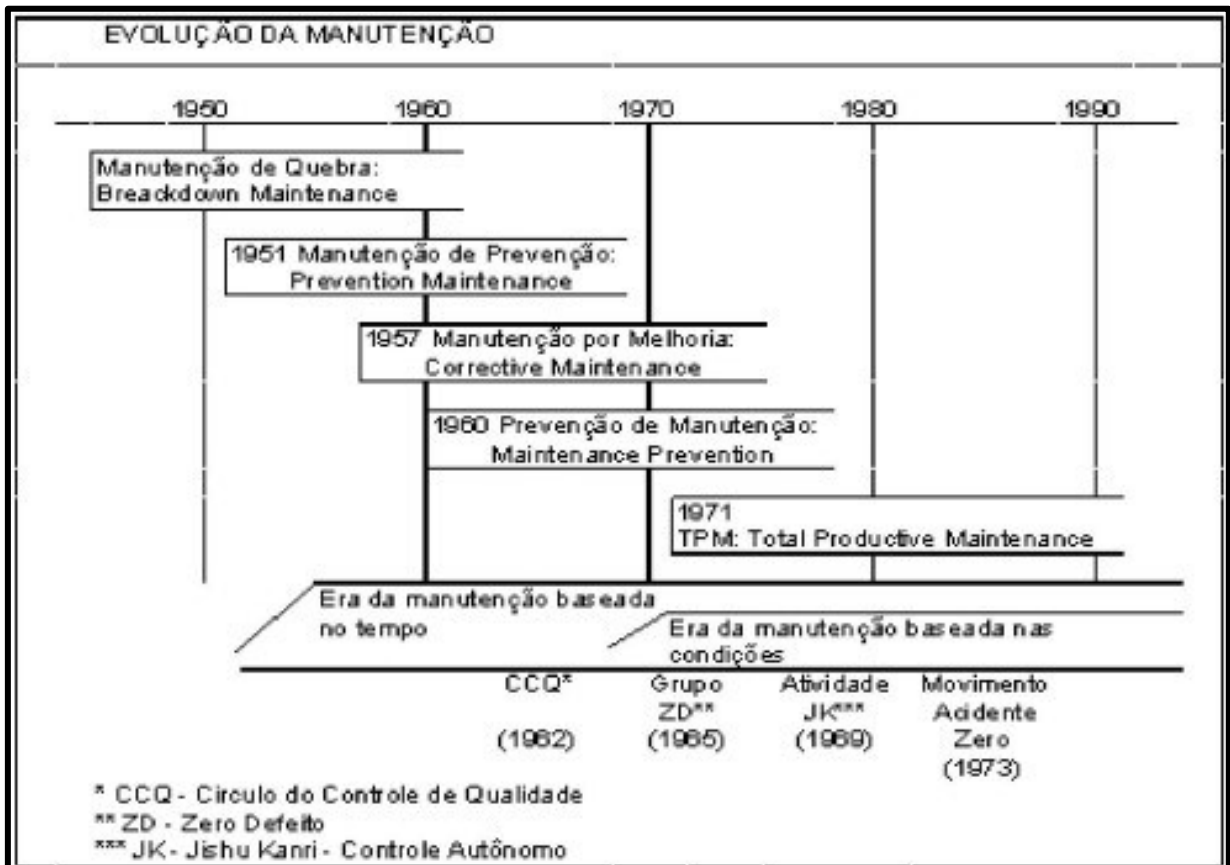
Sendo assim, abaixo tem-se ilustrações que apresentarão sucintamente o histórico de evolução da manutenção com foco nas possíveis gerações e suas respectivas mentalidades.

Figura 1 - Etapas da Evolução da Manutenção



Fonte: adaptado de Moraes, 2004.

Figura 2 - Evolução da Manutenção



Fonte: adaptado de Wyrebsk, 1997.

3.2 Manutenção: definição

Em decorrência da amplitude de estudos e teses sobre a temática “manutenção”, existe uma variedade de maneiras de conceituação do termo propriamente dito.

Baseando-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas, pode-se definir manutenção como “a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (NBR 546, 1994; p.6).

François Monchy em sua obra “A Função Manutenção: formação para a gerência da manutenção industrial”, utilizou as definições do dicionário Larousse e da *Association Française de Normalisation* (A.F.N.O.R), que é o órgão francês de normas.

Pela organização francesa temos que a manutenção é o “conjunto de ações técnicas, administrativas e gerenciais durante o ciclo de vida de um item pretendido para mantê-lo ou restaurá-lo a um estado no qual ele possa performar a função necessária” (NF EM 13306, 2001; p.12).

Note que ambas as definições trazem a noção de prevenção e de correção em seus textos, mas deixou-se em lacuna o aspecto financeiro inerente às ações de manutenção de equipamentos e instalações. (Monchy, 1989)

Para adicionar a ideia de custos à discussão de gerência de manutenção, traz-se a tipificação das ações de manutenções, baseada, principalmente, no momento e na maneira que são feitas as intervenções nos sistemas. Dentro dessa tipificação, os principais tipos de manutenção, segundo Kardec (2009), são:

- Manutenção corretiva não planejada
- Manutenção corretiva planejada
- Manutenção preventiva
- Manutenção preditiva
- Manutenção detectiva
- Engenharia de manutenção

3.3 Manutenção Corretiva

Para Kardec, (2009), manutenção corretiva é o conjunto de ações e técnicas empregado para o reparo e reestabelecimento das condições ideais de operação de um equipamento ou sistema a partir da ocorrência de uma falha ou desempenho abaixo do esperado.

Nesse sentido, percebe-se que a manutenção corretiva nem sempre tem caráter emergencial e com isso pode-se dividi-la em duas classes: não planejadas e planejadas.

3.3.1 Manutenção Corretiva Não Planejada

São intervenções, geralmente com caráter emergencial, em equipamentos e sistemas com o objetivo de corrigir fatos já ocorridos aleatoriamente, seja uma falha ou uma queda de desempenho (Kardec *et al*, 2009). Em maioria dos casos, essa classe de manutenção corretiva é mais aplicada às falhas e quebras de equipamentos.

“Normalmente, a manutenção corretiva não planejada implica altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção.” (Kardec *et al*, 2009; p.39).

3.3.2 Manutenção Corretiva Planejada

Trata-se de intervenções voltadas para a correção de avarias já ocorridas. Porém diferente da classe anterior o momento da intervenção é baseado numa decisão gerencial ou no acompanhamento das condições do equipamento, mesmo que esse momento seja após a quebra ou parada de equipamento. (Kardec *et al*, 2009).

Ainda segunda Kardec (2009), nesse tipo de classe, existe um tempo hábil para que o time de manutenção planeje quais serão as medidas adotadas e como serão realizadas, diminuindo dessa forma, o tempo de parada e conseqüentemente os custos diretos e indiretos de manutenção.

3.4 Manutenção Preventiva

“Essa abordagem tenta eliminar ou reduzir as chances de falha pela manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos previamente planejados” (SLACK *et al*, 2018; p. 911).

“Manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda de desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo” (Kardec *et al*, 2009; p.42)

Para Slack (2018), como a manutenção preventiva objetiva a prevenção da falha através do acionamento de planos de manutenções periódicos baseados nas horas operacionais, é importante que se estabeleça um período apropriado para tal acionamento. Muitos sistemas de gerenciamento de manutenção preventivas assumem como base para estipular tais períodos o quadro típico de degradação fornecido pelos fabricantes, porém as condições de operação sob as quais os equipamentos e sistemas são submetidos variam bastante, obrigando assim, que os gestores de manutenção busquem alternativas estatísticas para a adequação dos intervalos dos planos de manutenções.

Dois indicadores muito utilizados para a tarefa descrita acima, de acordo com Kardec (2009) e Slack (2018), são o MTBF e MTTR (*Mean Time Between Failure* e *Mean Time to Repair*, respectivamente). O primeiro estabelece o tempo médio entre duas falhas consecutivas e corresponde ao tempo de bom funcionamento do equipamento. O segundo corresponde ao tempo médio necessário para reestabelecer a condição operacional do equipamento ou sistemas, estando, dessa forma, relacionado a eficácia da equipe de manutenção.

Baseado nesses indicadores o gestor, durante a elaboração dos planos de manutenção pode estabelecer de quanto em quanto tempo deve-se realizar uma intervenção no equipamento e qual será a duração do intervalo de manutenção, controlando assim o tempo de parada de produção e mitigando os custos totais de manutenção.

3.5 Manutenção Preditiva

“A manutenção preditiva é um programa de manutenção preventiva acionado por condições.” (Almeida, 2000; p.4)

De acordo com Kardec *et al*, (2009), a manutenção preditiva, assim como a preventiva, também objetiva evitar a ocorrência das falhas, porém invés de utilizar indicadores de vida média dos equipamentos e sistemas para programar quando as atividades de manutenção deverão ser realizadas, utiliza-se o monitoramento das condições mecânicas, elétricas, rendimento e outros indicadores para prever o tempo

médio real até a próxima falha, permitindo assim a operação contínua do maquinário pelo maior tempo possível.

Essa mentalidade privilegia a disponibilidade do equipamento, fazendo com que as paradas de manutenção, pautadas nas medições de condições durante a operação do, ocorram quando realmente necessárias. (Kardec *et al*, 2009).

“Quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite previamente estabelecido é tomada a decisão de intervenção” (Kardec *et al*, 2009; p. 45).

Para Kardec (2009), outro aspecto importante de salientar é que as condições de operação são consideradas na manutenção preditiva, ao contrário da preventiva. Como citado ao fim do tópico anterior, muitos gestores na hora de estipular os intervalos entre as atividades de manutenção consideram as informações de fabricante ou os indicadores estatísticos, criando assim planos de intervenções com intervalos regulares e por muitas vezes “conservadores”.

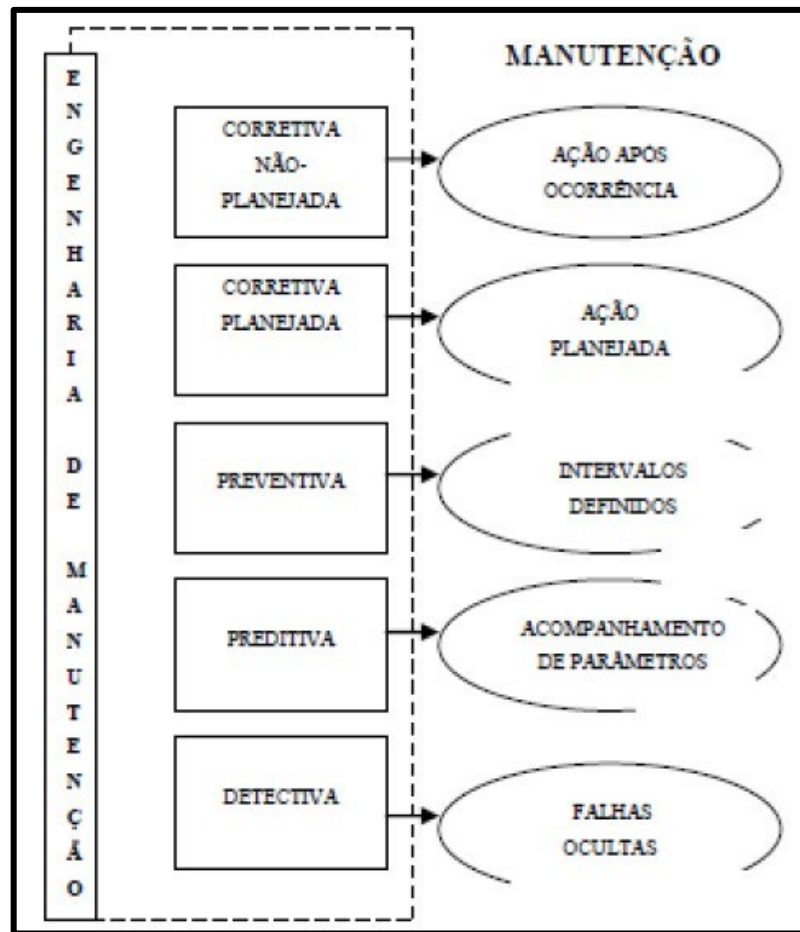
No gerenciamento de manutenção preditiva, esses intervalos serão “modulados” pelos parâmetros apresentados pelos sistemas de monitoramento, que podem ser influenciados pelas condições de operação, otimizando assim a disponibilidade das máquinas.

3.6 Engenharia de Manutenção

Segundo Kardec *et al*, (2009), a engenharia de manutenção surge através da combinação de práticas de melhoria contínua com as práticas de manutenção através de *benchmarks* e consiste na utilização de dados obtidos pelo acompanhamento realizados pelas equipes de manutenção para análise de estudos, proposições de melhorias em rotinas, atividades e equipamentos, confecção de planos de manutenção mais assertivos que busquem atuar na causa raiz e antes da ocorrência de falhas.

Percebe-se pela definição acima que a engenharia de manutenção não é um tipo de manutenção propriamente dito e os outros tipos de manutenção podem ser englobados na engenharia de manutenção. A Figura 3 ilustra este pensamento.

Figura 3 - Tipos de Manutenção



Fonte: adaptado de Kardec *et al*, 2009.

3.7 Manutenção da Produtividade Total (TPM)

3.7.1 O Que é TPM?

“A Manutenção Produtiva Total (TPM) pode ser explicada como um sistema de gestão para a administração das operações de manutenção em indústria, em que há uma íntima relação entre pessoas e equipamentos” (NETTO, 2008; p. 33)

“A Manutenção Produtiva Total (TPM) pode ser considerada um método de gestão que busca coordenar as atividades de manutenção da empresa, aplicando esforços voltados para a manutenção, instalação e operação dos equipamentos e processos, buscando atingir máxima eficiência e zero defeitos. É tido como uma mudança cultural dentro das organizações, exigindo engajamento total de todos os departamentos da empresa, desde a alta hierarquia até a frente de operação, incluindo produção, desenvolvimento, administração, entre outros, para prevenção de

qualquer tipo de perda, aumentando a capacidade dos equipamentos e processos.”
(Oliveira, 2017; p. 27)

Uma terceira definição para TPM é:

“É uma filosofia e uma coleção de práticas e técnicas desenvolvidas na indústria japonesa e destinados a maximizar a capacidade dos equipamentos e processos, não se destinando somente para a manutenção dos equipamentos, mas também para todos os aspectos relacionados à sua instalação e operação e sua essência reside na motivação e no enriquecimento das pessoas que trabalham dentro de uma companhia” (UBQ, União Brasileira para Qualidade, 2008).

Através das definições dadas acima, é possível perceber dois pontos. Primeiro, a definição apresentada por Oliveira, (2017), ressalta os lemas do sistema TPM: a busca pelo nível de zero perda (independentemente do tipo) e engajamento total de todos. Segundo, todas as definições ressaltam que apesar de carregar a palavra “manutenção” em seu nome, o TPM na sua forma mais atual, não se limita apenas ao foco em equipamentos, mas engloba sim, todos os aspectos de uma empresa.

3.7.2 Contextualização histórica e origem do TPM

Conforme ilustra a Figura 2 e conduz-se o raciocínio deste trabalho, parece obvio, de certo modo, mencionar que as mentalidades e ações dos sistemas de gestão de manutenção estão em constante evolução.

Evolução essa, muito ligada a contextos históricos e geopolíticos que se apresentaram no desenrolar da história humana.

Durante os séculos XVIII e XIX, houve um conjunto de mudanças no continente europeu que levaram o período citado a receber a alcunha de Revolução Industrial. Dentre as mudanças, a principal foi a substituição do trabalho artesanal pelo trabalho assalariado e com uso de máquinas.

Note que desde o século XVIII, já pode-se ter a ideia de manutenção corretiva dentro de um ambiente industrial.

Ainda no século XVIII, associado as mudanças citadas no parágrafo acima, tem-se a revolução americana (também conhecida como independência dos Estados Unidos), a qual culminou com a separação das 13 colônias norte americanas do vínculo colonial com a Inglaterra. Esse processo de independência, foi liderado pela elite colonial que tinham recursos suficientes para importar ideias, mercadorias e tecnologia de outras partes do mundo, contribuindo para o desenvolvimento industrial

e econômico dos Estados Unidos, que, no século XX, passou a ser a maior potência industrial.

No fim do século XIX, início do século XX, foi criado pelo engenheiro Estado Unidense Frederick Taylor um sistema de organização industrial denominado Administração Científica, que ficou conhecido como Taylorismo, cujo principal objetivo era otimizar as atividades realizadas pelas empresas através da segmentação de funções e disposição dos trabalhadores baseados nas funções exercidas, buscando assim aumentar a eficiência dos processos através da racionalização do trabalho e do máximo aproveitamento da mão de obra.

Também no início do século XX, em 1914, inspirados nos preceitos de Taylor, surgiu o modelo fordista de produção, criado pelo norte-americano Henry Ford. Nesse modelo foi estabelecido o conceito de linha de montagem possibilitando a produção em massa e o barateamento dos custos de produção e conseqüentemente do produto.

Em linhas gerais, Taylor deu enfoque ao aumento da produtividade da mão de obra por meio da racionalização dos movimentos, deixando a parte tecnológica da produção em segundo plano. Ford, ao elaborar seu sistema de produção, mantém a racionalização do trabalho e investe em maquinários e instalações que possibilitem a racionalização do processo, além da racionalização do trabalho.

Em 1914, além da criação do fordismo, teve-se o início da 1ª Guerra Mundial, a qual estendeu-se até 1918 e teve como cenário o continente europeu.

Durante o período, todos os países envolvidos mobilizaram suas capacidades e recursos produtivos para fins marciais, tiveram um alto nível de perdas humanas e seus territórios foram extremamente destruídos, o que ocasionaram crises econômicas em vários países do continente pós-guerra, principalmente aos perdedores que além de sofrerem com os pontos citados, enfrentaram também embargos e sanções por parte dos vencedores e outras nações do mundo.

Vale ressaltar, que embora os Estados Unidos tenham entrado na guerra, os impactos econômicos foram menores quando comparados aos países europeus, pois seu território não sofreu danos iguais aos dos países do velho continente.

O período entre 1918 e 1939, conhecido como Entreguerras, foi benéfico aos Estados Unidos até 1929, pois a reconstrução europeia era financiada com dinheiro norte americano e sua capacidade produtiva estava em pleno funcionamento.

Em 1929, temos o colapso da bolsa de Nova York, que causou recessão econômica em todo mundo e abriu margem para o fortalecimento de discursos extremistas da época que encaminharam países europeus, Estados Unidos, Japão e outros países novamente a guerra.

Em 1939, dá-se início a 2ª Guerra Mundial, a qual durou até 1945 e gerou as mesmas consequências da primeira guerra. Japão e países Europeus tiveram seus territórios e capacidades produtivas devastados, enquanto os Estados Unidos sofreram os menores danos possíveis e financiou novamente a reconstrução europeia através do plano Marshall.

Na década de 50, os engenheiros japoneses Taiichi Ohno (1912-1990), Shingeo Shingo (1909-1990) e Eiji Toyoda (1913-2013), baseados em estudos dos sistemas de produção norte-americanos e na situação pós-guerra do Japão (país destruído, um mercado pequeno e dificuldade em importar matéria-prima), iniciaram o desenvolvimento um sistema chamado Toyotismo, cuja principal premissa é a redução de desperdícios.

As condições geopolíticas, econômicas e históricas do Japão pós 2ª Guerra somadas a observações feitas por Toyoda e Ohno durante visitas à fábricas estado-unidenses, fizeram com que ele percebesse que não seria possível utilizar os mesmos sistemas de produção e administração usados pelos locais visitados, pois diferente das fábricas americanas, as produções japonesas não possuíam espaço e verba suficiente para montar largos estoques de matéria prima e produtos acabados.

Foi a partir das constatações de Toyoda e Ohno que surgiu o conceito de produção flexibilizada, baseada na técnica de produção chamada *Just in Time*, no qual esperava-se receber encomendas para só aí começar a produção.

Através da utilização dessa técnica apenas a matéria-prima necessária para a fabricação de uma quantidade predeterminada de mercadorias, que deve ser realizada em um prazo já estabelecido, é utilizada. Dessa forma fábricas passaram a economizar dinheiro e espaço na estocagem de matérias-primas e mercadorias, além de agilizar a produção e a circulação de produtos.

Simultaneamente aos estudos de Toyoda, Ohno e Shingo, Seiichi Nakajima, iniciou estudos sobre manutenção preventiva adotada nas indústrias americanas.

Segundo Nakajima, (1989), o termo manutenção consolidou-se na indústria americana na década de 50, quando se iniciou a implementação de conceitos de

manutenção preventiva com foco no tempo em que intervenções para manutenção deveriam ser realizadas como ilustra a Figura 2.

Primeiramente conceituou-se a Manutenção Preventiva (MP) propriamente dita, em 1951. Em seguida tivemos a definição de Manutenção do Sistema Produtivo (MSP), em 1954. Após, teve-se o conceito de Manutenção Corretiva com Incorporação de Melhoria (MM), em 1957.

Já na década de 60, inspirado nas metodologias e definições da década anterior, Nakajima idealizou os preceitos dos conceitos de Prevenção da Manutenção e de Manutenção Produtiva que buscavam a maximização da capacidade produtiva e da confiabilidade dos equipamentos.

“Até 1970, a aplicação desses conceitos (MP, MSP e MM) era basicamente uma atribuição do departamento de Manutenção e não vinham atendendo de maneira efetiva aos objetivos de zero quebra e zero defeito da indústria japonesa” (SHIROSE, 1989, p.16).

A partir da década de 70, Nakajima passou a combinar suas ideias sobre manutenção com conceitos de uma segunda metodologia chamada *Total Quality Control* (TQC). Dessa fusão surge uma mentalidade de que a manutenção de uma organização deve envolver totalmente todos os colaboradores, fazendo-a com que a manutenção passasse de produtiva, para produtiva total. Além de tornar o TPM um sistema que revoluciona a manutenção a nível mundial.

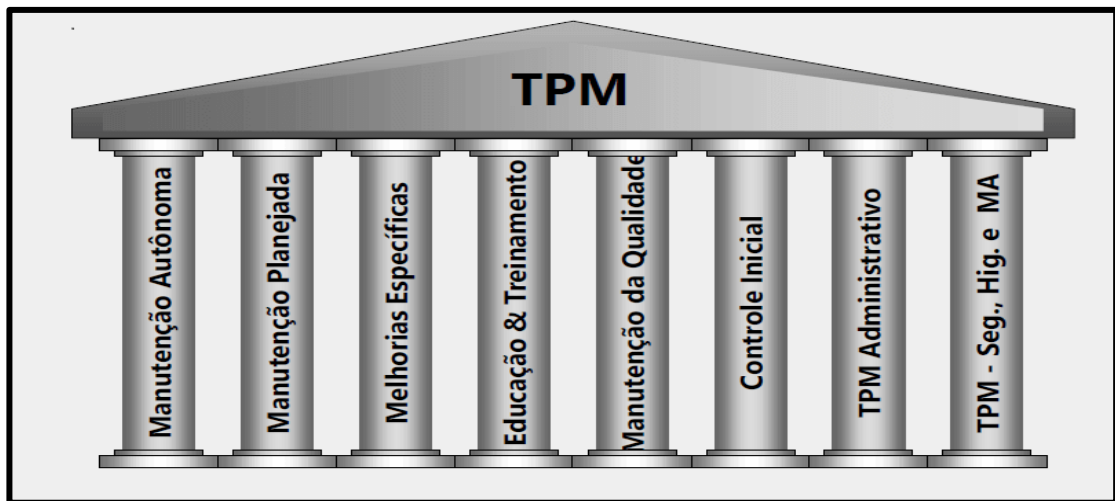
3.7.3 Estrutura Organizacional do TPM

Para fortalecer o TPM como uma metodologia concisa, Nakajima (1989) especificou as etapas a serem realizadas durante a implementação da metodologia e as denominou de “pilares básicos de sustentação da TPM”. Esses pilares são os fundamentos que dão norte a todo desenvolvimento do TPM em organizações.

Complementando a ideia dos pilares de Nakajima, Takahashi *et al.* (1993) ressaltam que o TPM deve ser implementado e desenvolvido de forma consciente, indo de encontro com as necessidades da empresa que o está adotando, levando em consideração as especificidades da organização como: capacidade produtiva, arranjo das instalações industriais, escala do negócio, nicho de mercado e outras. Tudo isso para evitar-se perdas e prejuízo.

A Figura 4 ilustra como é a estrutura de sustentação dos 8 pilares do TPM.

Figura 4 – Pilares do TPM



Fonte: adaptado de Kardec *et al*, 2009.

Os oito pilares são:

- a) Manutenção Autônoma;
- b) Manutenção Planejada;
- c) Melhorias Específicas;
- d) Educação e Treinamento;
- e) Manutenção da Qualidade;
- f) Controle Inicial;
- g) TPM Administrativo;
- h) Segurança, Saúde e Meio Ambiente;

Cada pilar traz uma mentalidade que deverá estar presente nas ações de todos da companhia que opte por adotar o TPM como metodologia de trabalho. E para Slack (2009) destes 8 pilares os 3 principais são: Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada e Educação e treinamento.

As ideias principais de cada pilar são:

- Manutenção Autônoma: Os operadores são responsáveis por realizar pequenas rotinas de manutenção das próprias máquinas;
- Manutenção Planejada: As rotinas de manutenção mais complexas são de responsabilidade do setor de manutenção e devem ser voltadas para a prevenção de falhas visando o aumento da disponibilidade dos equipamentos;

- Melhorias Específicas: O foco desse pilar está na potencialização da eficiência dos sistemas produtivos, visando a busca da melhoria de perdas crônicas;
- Educação e Treinamento: A ideia é capacitar e desenvolver todos os colaboradores, de nível técnico a liderança, através de treinamentos;
- Controle Inicial: Foca no estabelecimento das condições ideais durante a instalação de um novo projeto, buscando eliminar perdas no processo;
- TPM administrativo: A mentalidade desse pilar é eliminar as perdas nos processos administrativos da organização para que elas não afetem os procedimentos, fluxos, processos e atividades da produção;
- Segurança, Saúde e Meio Ambiente: Foca em melhorias voltadas a segurança, ambiente e saúde dos colaboradores, justamente para que a última não seja afetada por falhas, quebras, mas condições de trabalho e outros fatores relacionados a esses 3 tópicos;

3.8 IWS – *Integrated Work System*

3.8.1 Definição de IWS

“O IWS é um sistema de trabalho que constrói uma estratégia direcionada para alcançar e sustentar avanços dos resultados através de 100% de envolvimento do empregado e uma mentalidade de perda zero.” (Manfredini, 2009; p. 05).

“*Integrated Work System* é um modelo de gestão integrado, uma filosofia ou cultura organizacional implementada na P&G, que resume a otimização e melhoria dos métodos desenvolvidos ao longo dos anos, num sistema eficaz de gestão operacional” (Seixas, 2009; p. 14)

Baseando-se nos conceitos de Manfredini (2009) e Seixas (2009), pode-se inferir que: IWS é uma metodologia de gestão integrada, criada a partir de modelos antigos de gestão usados pela P&G, focada em melhoria contínua, que busca aumentar e sustentar avanços nos resultados através da construção de uma cultura empresarial de ZERO perdas e de 100% de envolvimento de todos os colaboradores da companhia.

3.8.2 Contexto Histórico

“A Procter & Gamble foi fundada em 1837, por William Procter e James Gamble e começou como uma pequena empresa familiar fabricante de sabonetes e velas na cidade de Cincinnati – Ohio, Estados Unidos. Atualmente, a P&G comercializa aproximadamente 300 marcas em mais de 160 países, possui operações em cerca de 80 países e é considerada uma das maiores e mais bem sucedidas companhias de bens de consumo do mundo.” (Manfredini, 2009; p. 01).

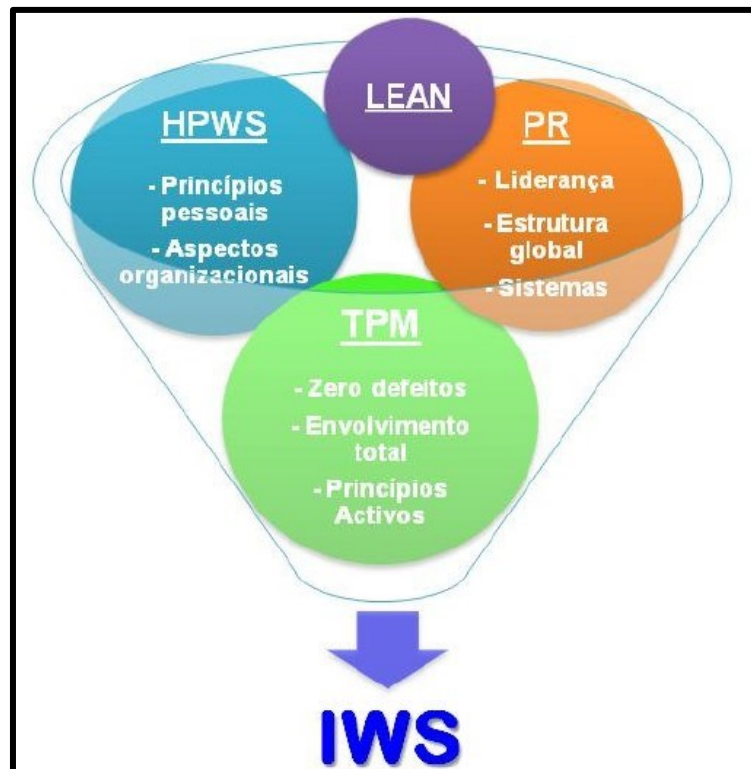
Segundo Oliveira, (2010), durante o período entre décadas de 60 e 90, as operações da P&G, utilizavam três sistemas de gestão e melhoria contínua distintos e de modo independentes, a fim de obter melhoria nos resultados e desenvolver colaboradores. Os três sistemas eram: *Total Productive Maintenance* (TPM), *Process Reliability* (PR) e *High Performance Work System* (HPWS).

Ainda de acordo com Oliveira, (2010), a partir dos anos 90 a P&G começou a observar os resultados de fábricas que aplicavam mais de um sistema de gestão e notou que havia melhorias ao integrá-los.

Manfredini, (2009), corrobora com esse ponto ao dizer que inicialmente a P&G utilizava em suas operações de manufatura TPM, PR e HPWS, abordando-os de modo independentes e seguindo caminhos paralelos. E que durante 5 anos, a empresa estudou TPM, concluindo, por volta dos anos 2000, que os resultados dos negócios poderiam ser acelerados integrando os 3 sistemas citados.

Temos então, de acordo com Manfredini (2009), que o IWS foi criado pela P&G, na década de 90, através da integração de outros 3 sistemas de gestão, dos quais tiraram-se preceitos básicos para compor os fundamentos do novo sistema de melhoria contínua, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Fundamentos do IWS



Fonte: adaptado de Manfredini, 2009.

Oliveira, (2010), também menciona que inicialmente o IWS foi implementado em 12 fábricas da P&G e comparou-se os resultados destas fábricas com as demais que implementavam apenas um dos sistemas englobados no IWS, notando-se que as fábricas nas quais o IWS foi seguido alcançaram melhores resultados.

De acordo com Govender, (2016), os níveis de eficiência dos equipamentos das operações manufatureiras da Procter & Gamble encontra-se entre 85 e 90%, apresentando um tempo médio entre paradas (MTBF – *Mean Time Between Failures*) de 240 Minutos e apenas uma ou duas paradas planejadas por dia. Segundo ele, esses resultados são frutos da integração dos sistemas anteriores e do trabalho de quase 30 anos feito em parceria com a Toyota que culminou na criação de um novo sistema de gestão.

3.8.3 Process Reliability (PR)

Trata-se de uma estratégia de medição de performance que sintetiza num único número, conhecido muitas vezes como *Key Performance Indicator* (KPI), todos os

aspectos relativos à disponibilidade de produção (qualidade, estrago, tempo de produção, tempo de manutenção...).

Como PR é uma estratégia, a partir dela, pode-se criar diversas formas de calcular o número citado acima e diversas formas de denominá-lo.

Na empresa em estudo, o indicador resultante da aplicação do princípio PR, chama-se *Overall Equipment Efficiency* (OEE), que pode ser calculado de várias formas, sendo a mais comum, segundo a literatura, descrita abaixo:

$$OEE = \frac{\text{Tempo Real de Produção}}{\text{Tempo De Produção Previsto}} \times \frac{\text{Produção nos Níveis de Qualidade}}{\text{Produção Total}} \times \frac{\text{Performance Real}}{\text{Performance Estimada}}$$

Tal estratégia permite que a empresa visualize em qual aspecto estão as maiores perdas e aja diretamente nesses pontos para melhorar a performance global da operação.

3.8.4 High Performance Work System (HPWS)

Segundo Reis (2017), essa estratégia de gestão, foca na capacidade das pessoas dos colaboradores como base para a alta performance da companhia, primando por aspectos como formação das pessoas, compensação com base em resultados, valorização do indivíduo, autonomia e responsabilidade dos trabalhadores, ambientes de trabalhos seguros e qualquer outro aspecto que possa influenciar no desempenho dos empregados, indo do nível operacional ao gerencial.

3.8.5 Total Productive Maintenance (TPM)

Anteriormente, já foi descrito a definição, história e organização do TPM. Porém, a fim de relacionar o IWS com os sistemas de gestão que o conceberam, é válido reforçar que, de acordo com Yamaguchi (2005) e Shirose (1994), a estratégia do sistema japonês é focada na manutenção disponibilidade das máquinas e equipamentos de produção.

Tal disponibilidade, segundo Yamaguchi (2005), é fruto do trabalho preventivo de identificação e correção de defeitos, estabelecimento das condições ideais de operação do maquinário e do engajamento de 100% do time de manutenção, produção e lideranças na busca da eliminação total das perdas dos processos produtivos.

3.8.6 Organização do IWS

Manfredini (2009) e Seixas (2009) ponderam que por ser baseado no TPM e pelo fato da forma de organização deste sistema de gestão gerar bons resultados com relação a produtividade, qualidade e custos, o IWS também é estruturado em pilares.

Segundo ambos os autores citados no parágrafo acima, Pilares são elementos organizacionais que interagem entre si para criar habilidades e comportamentos. São compostos por sistemas, procedimentos e ferramentas que orientam toda organização a criar rotinas e padrões de trabalho voltados para a melhoria e sustentação de resultados.

Denominando os elementos, citados no parágrafo anterior, que compõe os pilares, temos:

- a) *Daily Management Systems* (DMS'): Em tradução livre, são sistemas de gerenciamento diários. Na prática, como pondera Manfredini (2009), são rotinas diárias voltadas para a observação e gerenciamentos de números e indicadores diretamente relacionados aos resultados e interesses dos negócios. Esse gerenciamento é baseado na coleta de dados e definição de ações de melhorias para os indicadores que apresentam resultados abaixo das metas diárias e para parâmetros que estejam fora de padrões pré-estabelecidos.
- b) *Standard Work Process* (SWP): São ferramentas de trabalho, que, segundo Seixas (2009), buscam padronizar a forma de coletar dados, analisar situações e propor soluções de falhas, defeitos e problemas, deixando assim toda documentação de uma organização estruturada e organizada, o que gera um ganho de tempo na identificação e solução de problemas.

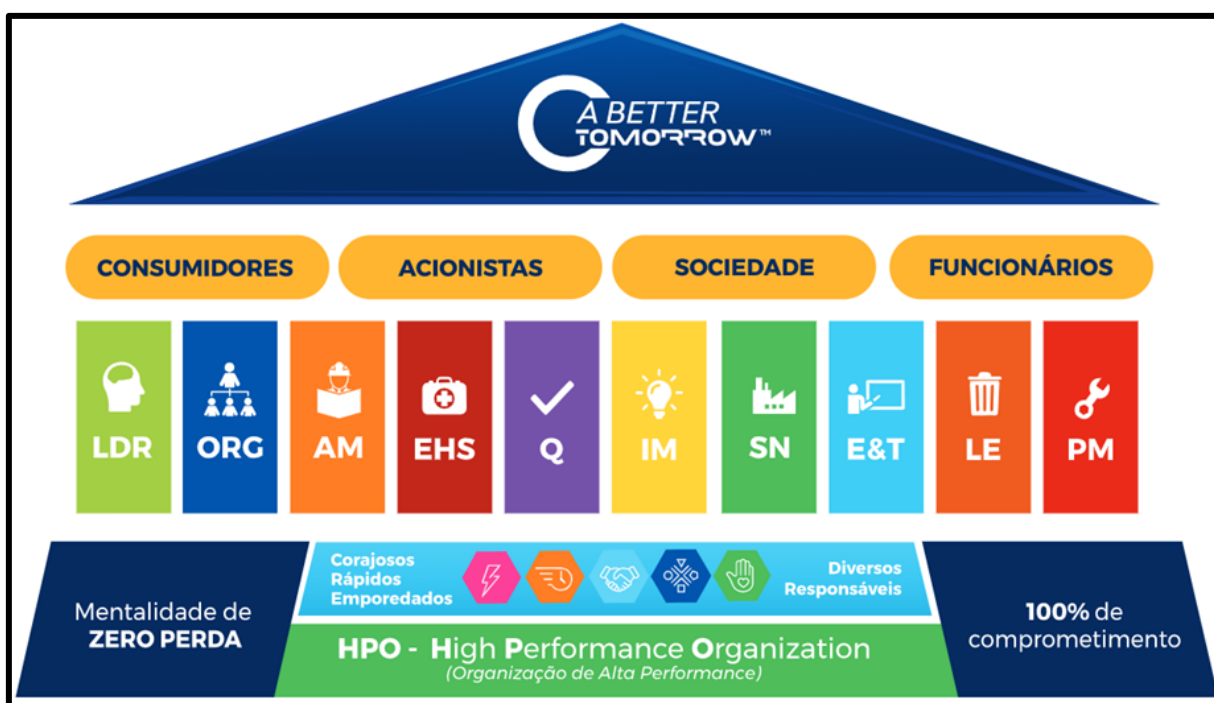
O IWS é composto por 10 pilares, conforme ilustra a Figura 6, na qual temos a sigla e o nome em inglês de cada pilar.

Os 10 pilares utilizados pela empresa estudada são:

- a) LDR (*Leadership*) – Liderança;
- b) PM (*Progressive Maintenance*) – Manutenção Progressiva;
- c) ET (*Education & Training*) – Educação e Treinamento;

- d) SN (Supply Network) – Rede de Abastecimento;
- e) IM (*Initiative Management*) – Gerenciamento de Iniciativas
- f) Q (*Quality*) – Qualidade
- g) EHS (*Environment, Health and Safety*) – Segurança do Trabalho e Meio Ambiente;
- h) AM (*Autônomos Maintenance*) – Manutenção Autônoma;
- i) ORG (*Organization*) – Organização;
- j) LE (*Loss Elimination*) – Eliminação de Perdas;

Figura 6 - Pilares do IWS



Fonte: Adaptado IWS Field Book PT – Rev. 2.0.

Dos 10 pilares que compõe o sistema de gestão da empresa, dá-se uma certa relevância a mais aos pilares AM, E&T e PM, quando comparados aos demais, similarmente ao TPM. Essa ideia é fundamentada justamente pelos lemas do próprio IWS, (“ZERO perdas”, “100% de envolvimento de todos os colaboradores da companhia”).

Considerando o parágrafo acima e o tema do presente texto, doravante, o foco será o pilar de AM, que será mais bem explorado na apresentação da metodologia usada no processo de implementação desse pilar.

3.9 Manutenção Autônoma

Segundo Reis (2017), a Manutenção Autônoma é uma estratégia de gestão de atribuições das responsabilidades das atividades de manutenção a serem realizadas, de acordo com a complexidade das ações a serem executadas durante as atividades.

Ainda de acordo com Reis (2017), a estratégia consiste basicamente em treinar e capacitar os operadores de máquinas, para que sejam capazes de realizar pequenas tarefas de manutenções nos próprios equipamentos que eles operam, deixando para o time de manutenção as intervenções em máquinas mais complexas, que demandam uma maior tecnicidade para solucioná-las.

Manfredini (2009) discorre afirmando que essa atribuição de responsabilidades evita que o time técnico de manutenção seja chamado por qualquer motivo mínimo, dando certa celeridade na retomada de operação de equipamentos parados, o que aumenta a disponibilidade das máquinas e consequentemente a eficiência da planta produtiva.

Segundo Kardec (2009), implementar tal estratégia, demanda uma interatividade entre os pilares AM e E&T, total engajamento da equipe operacional, gera um estreitamento da relação entre os setores de produção e manutenção e propicia ao mesmo time um maior domínio e interesse sobre os próprios equipamentos, tornando os membros do time de operação capazes de solucionar e prevenir problemas e inconformidades no maquinário.

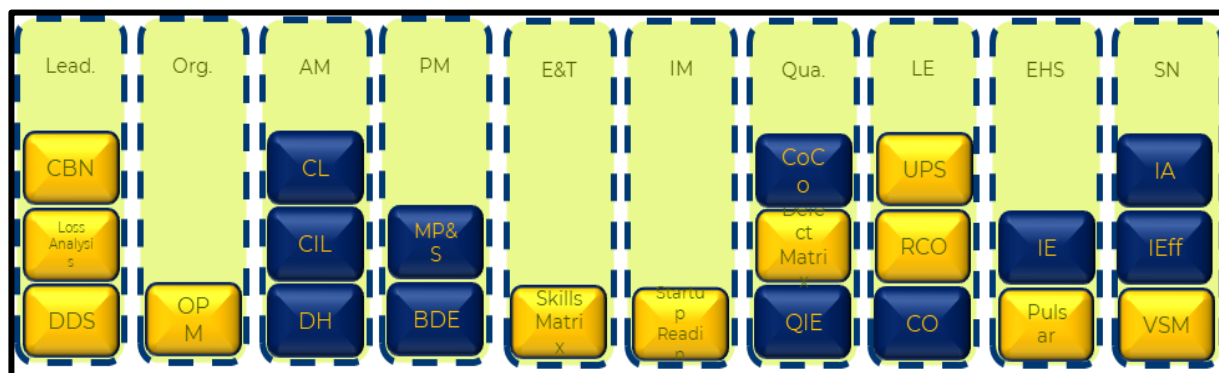
3.10 DMS's

Recapitulando da seção 3.8.6, pilares são elementos organizacionais compostos por sistemas, procedimentos e ferramentas que orientam toda organização a criar rotinas e padrões de trabalho voltados para a melhoria e sustentação de resultados.

Os principais elementos que compõe os pilares são os DMS's e os SWP's e pode-se concluir, com auxílio de Seixas (2009) e Manfredini (2009), que DMS, na prática, são rotinas diárias voltadas para o gerenciamento de números e indicadores diretamente relacionados aos resultados e interesses dos negócios. baseado na coleta de dados e definição de ações de melhorias para os indicadores que apresentam resultados abaixo das metas diárias

Respaldando-se por Manfredini (2009), tradando-se do pilar de Manutenção Autônoma, temos que os DMS's que o compõe são: *Centerline* (CL); *Clean, Inspection e Lubrication* (CIL) e *Defect Handling* (DH), conforme evidencia a Figura 7.

Figura 7 - Composição dos Pilares do IWS



Fonte: Adaptado IWS *Field Book* PT – Rev. 2.0

3.10.1 Centerline (CL)

Em tradução livre, *Centerline* significa “linha central”, na prática, segundo Andreia Manfredini (2009), quando se refere aos CL's a ideia principal é estabelecer e manter um ajuste ótimo para os parâmetros ajustáveis do equipamento, de modo que não haja paradas não planejadas por conta desses parâmetros e estabeleça-se uma configuração ótima da máquina, na qual ela deve sempre permanecer ao se realizar a operação.

Manfredini (2009) define *Centerline* como: uma marcação visual que sinaliza se os parâmetros de máquina estão dentro, ou não, de um ajuste ótimo pré-estabelecido. Essa marcação tem o intuito facilitar a leitura do operador durante a inspeção de parâmetros, que deve ser realizada antes de iniciar a operação das máquinas.

Normalmente essa inspeção é feita a cada início de turno e o operador deve verificar cada medidor de parâmetro de equipamento que esteja mapeado na rotina de CL, observando se o valor indicado no medidor está conforme a marcação de ajuste ótimo ou não. Caso alguma variável esteja fora, deve-se abrir uma etiqueta de defeito (que faz parte do DMS de *Defect Handling*) e reestabelecer a variável ao valor ótimo antes de iniciar a utilizar o equipamento.

É válido mencionar dois outros pontos sobre os CL. Primeiro: existem 2 tipos básico de *Centerline*, CL Fixo ou CL de Intervalo, representados respectivamente pelas Figuras 8 e 9. Segundo: uma vez definido o valor ou intervalo do *Centerline*, não se deve movê-los.

Figura 8 – *Centerline* Fixo



Fonte: Adaptado IWS *Field Book* PT – Rev. 2.0

Figura 9 - *Centerline* de intervalo



Fonte: Adaptado IWS *Field Book* PT – Rev. 2.0

O Anexo A, traz a exemplificação do caderno que deve ser preenchido durante a verificação dos CL de equipamento.

3.10.2 Clean, Inspection and Lubrication (CIL)

De acordo com Seixas (2009), esse DMS consiste numa rotina baseada num roteiro composto por atividades de limpeza, inspeção e correção de defeitos ou anomalias encontradas durante a fase de inspeção.

Seguindo o raciocínio de Seixas(2009), o termo CIL, quando traduzido livremente do inglês significa “limpeza, inspeção e lubrificação” e recebe esse nome pois representa uma lógica de procedimento que é:

- Limpar para inspecionar (pois assim tem-se mais clareza e facilidade na inspeção);
- Inspecionar para encontrar defeito (pois assim sabe-se a condição do equipamento antes de operar);
- Encontrar defeito para corrigi-los (deixando o maquinário livre de defeitos para que funcione na melhor condição possível, evitando paradas na produção por conta de falhas de equipamentos);

Seixas (2009) pondera que embora o último termo da sigla CIL represente a lubrificação, na prática, a ideia não é realizar a lubrificação propriamente dita do equipamento, mas sim corrigir defeitos encontrados durante o procedimento do DMS, caso no roteiro tenha ações de lubrificações, elas deverão ser realizadas, mas a mentalidade principal é sobre correção de defeitos encontrados.

O roteiro deve ser executado em horários pré-estabelecidos, pois representa a principal parada planejada de equipamento e normalmente é realizado a cada 8 horas, coincidindo-se com o início de cada um dos turnos estabelecidos pela companhia.

Além conter no roteiro de CIL as ações necessárias, deve-se explicitar a periodicidade que cada uma deve ser realizada, abrindo então uma classificação para as ações do CIL. As atividades podem ser divididas em:

- Ações de turno: São aquelas realizadas todo turno;
- Ações de Dia: São aquelas realizadas 1 vez por dia;
- Ações de Semana: São aquelas realizadas 1 vez na semana;

Analisando friamente, o DMS de CIL é o núcleo da manutenção autônoma, pois nele é condensado as primeiras pequenas ações de manutenção que são de

responsabilidade do time de operação e a partir da boa execução do CIL, defeitos de maiores complexidades podem ser encontrados e repassados ao time de manutenção.

Tem-se no Anexo B um dos roteiros de CIL que são executados pelo time de operação no início de cada turno.

3.10.3 Defect Handling (DH)

Para iniciar a discussão sobre DH, primeiramente deveríamos abordar o conceito e a classificação dos principais tipos de defeito para a metodologia.

3.10.3.1 Conceituação e classificação de defeitos

De acordo com as normativas do sistema IWS, defeito é todo ponto que esteja fora de padrão em máquinas ou processos.

Segundo Reis *et al* (2017) um defeito representa, a longo prazo, um grande potencial de parada do equipamento, pois pode causar a deterioração prematura da máquina, ocasionando quebras.

Os defeitos podem ser classificados em 7 tipos principais, segundo a bibliografia do próprio sistema de gestão. Sendo eles:

- a) Falhas em Componentes;
- b) Desvios de Condições Básicas;
- c) Fontes de Contaminação;
- d) Itens desnecessários;
- e) Áreas de Difícil Acesso;
- f) Desvios de Qualidade;
- g) Condições Inseguras;

3.10.3.2 Conceito de Defect Handling

Defect Handling, segundo Reis (2017), como próprio nome já diz, é uma rotina na qual visa-se gerenciar os defeitos de equipamentos, máquinas e processos. Essa rotina é executada para encontrar e resolver defeitos, que reduzem a vida útil dos ativos produtivos de uma empresa.

De acordo com Reis (2017), a busca e solução de defeitos pode ser feita a qualquer momento do turno, porém é recomendado utilizar-se do tempo dedicado as rotinas de CL e CIL para realizá-la simultaneamente, pois dessa forma vincula-se a realização das rotinas de AM a uma parada planejada de equipamento, na qual a duração pré-estabelecida e as condições de parada são controladas.

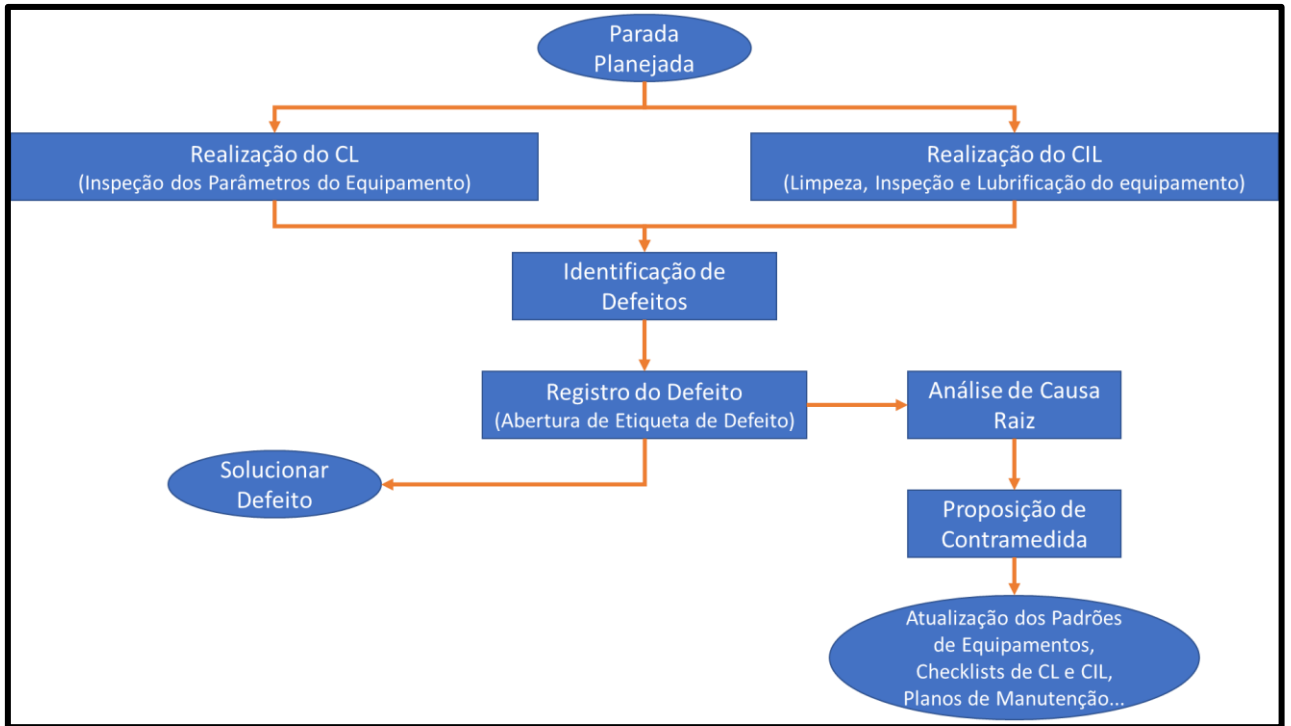
Nesta parada, deve-se verificar se os parâmetros de equipamentos estão configurados dentro dos intervalos e valores ideais, limpar a máquina, inspecionar a máquina em busca de defeitos, seja referente a depreciação quanto a ajustes de máquina e registrar os defeitos através das etiquetas.

A partir do momento em que se identifica um defeito, adota-se um fluxo de ações que compõe o gerenciamento de defeitos, as quais são ordenadas da seguinte forma:

- 1º) Identificar o Defeito;
- 2º) Gerar o registo do defeito através da documentação específica, conhecida como etiqueta de defeito (Anexo C);
- 3º) Corrigir o Defeito;
- 4º) Analisar o defeito de forma extensiva, buscando identificar a fonte causadora (ou causa raiz), utilizando as ferramentas de análises propostas pelo IWS;
- 5º) Propor uma ação, baseada na análise do defeito, que elimine a causa raiz de modo que o defeito não volte a acontecer (contramedida).
- 6º) Realizar as atualizações e ajustes necessários dos padrões e configurações de equipamento, rotinas de CIL e CL, Planos de Manutenção etc.
- 7º) Encerrar o fluxo através da validação da contramedida durante 24 horas.

Para melhorar a compreensão, abaixo temos um fluxograma que relaciona os três DMS's da Manutenção Autônoma.

Figura 10 - Rotina da Manutenção Autônoma



Fonte: Adaptado IWS *Field Book* PT – Rev. 2.0

4 METODOLOGIA

Associando a definição de Manutenção Autônoma com as definições de cada DMS que a compõe, é possível notar que a implementação do Pilar de AM nada mais é do que a alteração de cultura da empresa através das implementações de rotinas diárias, a partir das quais o time de operadores tornar-se-á responsável por ações de manutenções preventivas dos próprios equipamentos, que deverão ser realizadas numa parada planejada de máquinas antes do início efetivo da produção, cujo objetivo final é eliminar a deterioração forçada (ou prematura) dos equipamentos, possibilitando assim, que os equipamentos de produção performem toda sua vida útil ou toda sua vida projetada.

O processo de implementação do pilar de Manutenção Autônoma, é segmentado em 7 etapas chamadas de passos, nos quais aplica-se um procedimento padrão, de modo atingir as metas estipuladas, pelo IWS, como critério de sucesso de cada um dos passos a ser alcançado durante o processo.

Os 7 passos do AM são:

- Passo 1: Realização limpeza inicial

Nesse passo foca-se em criar um procedimento inicial de limpeza dos equipamentos de modo que, esse procedimento, quando executado, mantenha um padrão de limpeza das máquinas e facilite a identificação de defeitos.

- Passo 2: Abordagem e Eliminação de fontes de contaminação

Nesse passo foca-se em identificar e eliminar as fontes que geram a sujidade dos equipamentos tratada no passo 1, de modo que a limpeza inicial seja mais rápida e a máquina permaneça limpa.

- Passo 3: Defeitos de Lubrificação

Nesse passo foca-se na melhoria do procedimento de limpeza, na criação de um padrão de inspeção e de lubrificação do equipamento após a limpeza. De modo sucinto, é focado na criação do procedimento a ser adotado na rotina de CIL.

- Passo 4: Inspeção Geral

Nesse passo foca-se na instituição do hábito de inspecionar todo o equipamento, aprofundando tal inspeção a nível de componentes de máquinas, incluindo componentes de fixação.

- Passo 5: Inspeção Autônoma
- Passo 6: Padronização
- Passo 7: Gerenciamento Autônomo

Na companhia estudada, as linhas de produção cujas implementações de AM estão mais avançadas alcançaram o Passo 4, por conta disso, não abrangeremos o foco dos passos 5, 6 e 7.

Além de apresentar consigo um foco que deverá ser atendido ao final da implementação da etapa, cada um dos passos estipula que sejam usadas ferramentas de análises específicas que auxiliarão na melhoria da execução das rotinas do pilar, sendo essas rotinas o CIL, CL e o DH.

4.1 Ferramentas de Análises

Conforme mencionado acima, em cada uma das etapas da implementação da Manutenção Autônoma, são abordadas novas ferramentas de análises, usadas para elevar o nível do procedimento de identificação de causa raízes de defeitos, para facilitar a análises de quebras, para aumentar a velocidade da proposição de contramedidas de defeitos.

4.2 Passo Zero

Conforme descrito na abertura da seção 4, a implementação do AM irá trazer a alteração da cultura de manutenção de uma companhia. Porém, antes de iniciar a

implementação, para que seja possível mensurar as melhorias ao longo do processo e direcionar a equipe de operação, de forma que ela saiba quais serão suas tarefas e o porquê da nova cultura, primeiro deve-se realizar uma etapa chamada de Passo 0 e que serve como preparação para a implementação.

Durante o Passo 0 realiza-se uma série de ações para preparar os operadores, através de informações e conhecimentos, a executarem os DMS's diariamente.

Tais ações são:

- Levantamento de todas as perdas da linha a ser estudada;
- Analisar quais são as 3 principais perdas;
- Definir as métricas que serão usadas como indicadores diários, através dos quais ir-se-á mensurar as melhorias atingidas com a Manutenção Autônoma;
- Definir a *Base Line*
- Fornecer treinamento teórico sobre Manutenção Autônoma, englobando a definição, o intuito de ser implementada e os passos que a compõe;
- Realizar o Dia D;
- Estipular os ciclos de reuniões estipulados pelo IWS;
- Dar o “*Start*” na execução das rotinas e reuniões (implementação propriamente dita).

4.2.1 Base Line

Esta etapa nada mais é do que analisar qual é o status atual dos indicadores estipulados por meio da definição dos resultados atuais que cada indicador apresenta. Estes valores, então, são definidos como números iniciais apresentados pela linha industrial que será melhorada através da manutenção autônoma.

Ressaltando que todas as metas que deverão ser atingidas futuramente serão em comparação a tais números iniciais.

4.2.2 Dia D (Criação dos *Checklists* das rotinas de CIL e CL)

Uma das ações que compõe o Passo Zero, conforme dito acima, é a realização do Dia D.

O Dia D nada mais é do que a realização de uma parada prolongada de máquinas, durante a qual realiza-se a limpeza da máquina, de acordo com o que os

próprios operadores acham ser o melhor procedimento de limpeza possível e ao final da limpeza, inspeciona-se o equipamento em busca de defeitos ocultos.

Os objetivos de tal intervenção são:

- 1 – Estipular um procedimento padrão de limpeza;
- 2 – Realizar o mapeamento dos defeitos dos equipamentos para solucioná-los;
- 3 – Treinar o fluxo de execução do DMS de DH;
- 4 – Consertar o equipamento de modo a estabelecer uma condição básica desses equipamentos (que nada mais é que a condição ideal de funcionamento desses equipamentos);
- 5 – E por fim, listar as ações que são necessárias para manter esse equipamento em condição básica.

Atavés dessa listagem de ações e do procedimento de limpeza estipulado, cria-se o que chamamos de cadernos de CIL e *Center Line*, que nada mais são os *checklists* de ações que serão usados durante a execução diária desses DMS's.

4.3 Ciclos de monitoramento de resultados e acompanhamento de execução das rotinas

Visto que o para implementar o pilar de Manutenção Autônoma numa linha de produção tratar-se-á de rotinas e hábitos dos operadores que a tripulam, é imprescindível que haja o monitoramento constante da execução das atividades que devem ser realizadas rotineiramente, sejam elas diárias, semanais, quinzenais ou mensais ou trimestrais.

Para monitorar a assimilação das rotinas, o IWS propõe uma rotina de reuniões, nas quais ir-se-á avaliar se está havendo assimilação e aceitação das atividades rotineiras por parte operadores. Essa avaliação é feita através da análise de alguns números como: o tempo total gasto para execução das atividades inerentes nas rotinas de CIL e *Center Line*, a medida da frequência de execução de cada atividade relacionada nos *checklists* de *Center Line* e CIL, número de defeitos encontrados durante a execução dos roteiros das rotinas entre outros.

As reuniões propostas pelo IWS são:

- *Daily Direction Setting* (DDS)
- *Follow Up* (FUP)
- *Weekly Direction Setting* (WDS)
- Monthly Direction Setting (MDS)
- Plano de 90 Dias (P90)

4.3.1 Daily Direction Setting (DDS)

Em tradução livre, *Daily Direction Setting*, significa “alinhamento do direcionamento diário”. Trata-se de uma reunião, no início do dia de trabalho, na qual se analisa os resultados dos indicadores de produção do dia anterior e estabelece-se as ações necessárias no dia atual para que haja melhoras nos resultados que ficaram com desempenho abaixo das metas estabelecidas.

Nessa reunião avalia-se a efetividade das rotinas de manutenção autônoma através da medição da frequência de execução dos *checklists* de *Centerline* e CIL e da contabilização do registro de etiquetas de defeitos. Caso detecte-se algum desvio das rotinas, é possível planejar ações de treinamentos e reforço da importância de execução delas.

4.3.2 Follow Up (FUP)

Essa reunião, assim como a DDS, também é diária, porém é realizada ao final do dia de trabalho e o seu objetivo é apresentar e discutir-se os resultados das ações estipuladas no plano diário elaborado durante a DDS.

4.4.3 Weekly Direction Setting (WDS)

A WDS, é uma reunião semanal, cujo objetivo é avaliar e comparar os resultados semana a semana das últimas 4 semanas. A partir dessa comparação, analisa-se a efetividade das principais ações diárias adotadas ao longo da última semana e propõe-se ações de duração semanal para alavancar os resultados que estão apresentando resultados abaixo das metas semanais estipuladas.

De modo prático: suponha que ir-se-ão realizar a WDS da semana 45 do ano. Ir-se-á apresentar e discutir os resultados da semana 44, comparando-os com os resultados das semanas 41, 42, 43. E assim será o mesmo para as semanas 46, 47 e assim por diante.

4.3.4 Monthly Direction Setting (MDS)

Seguindo a lógica da WDS, temos a *Monthly Direction Setting* (MDS).

Essa reunião ocorre mensalmente e segue a mesma regra de análise da WDS. Ela ocorre no início do mês vigente para discutir os resultados do mês passado e os três meses que precedem o último, sempre avaliando os resultados e a efetividade das principais ações do último mês.

De forma exemplificada, no mês de setembro, realiza-se a *Monthly* referente ao mês de agosto, comparando os resultados de agosto com os de julho, junho e maio, e o mesmo se faz para todos os meses.

4.3.5 Plano de 90 dias (P90)

Já foram mencionadas as reuniões diárias, a reunião semanal e a reunião mensal. Complementando os ciclos de reuniões, temos a reunião do Plano de 90 dias.

Essa reunião é realizada a cada 90 dias (3 meses), como o nome bem diz, na qual discute-se os resultados de performance, qualidade e avalia-se o status da implementação dos DMS's do pilar de manutenção autônoma, além de revisar-se o andamento das ações elencadas no último P90 e levantar-se novas ações, cujas durações são mais longas que uma semana.

Durante a preparação dos dados dessa reunião tem-se a noção se os patamares de OEE, números de paradas não planejadas, números de quebras estão melhorando a ponto de terem alcançados as metas necessárias para as certificações de Passo 1, Passo 2, Passo 3 e assim por diante.

4.4 Processo de Implementação

O processo de implementação é seguido de forma sequencial e para cada passo segue-se um procedimento padronizado, que é repetido em cada um deles, tornando todo processo cíclico. E cada um dos ciclos é fechado quando se constata que as metas estipuladas para cada um dos passos foram alcançadas e sustentadas.

Visto que já foram mencionados o passo zero (considerando *Base Line* e dia D), as ferramentas de cada passo, os DMS's e o foco de cada passo, fica mais fácil estabelecer as relações entre todos esses elementos, pois o processo de implementação e o procedimento padrão que o compõe são formados justamente pela sequencialidade dessas relações.

O processo, sequencialmente falando, é dado da seguinte maneira:

1º) Realizar o Passo 0:

- 1º) Construção do *Baseline* (elencando as 3 principais perdas da linha);
- 2º) Treinamento de AM para o time operacional referente ao Passo que se almeja atingir
- 3º) Avaliação do time para medir a retenção de conhecimento;
- 4º) Realização do Dia D;
- 5º) Criação dos Cadernos de *Check Lists* dos DMS's de CIL e CL;
- 6º) Confeção da análise para eliminação de perdas através da utilização de uma ferramenta de análise fornecida pelo pilar de "*Loss Elimination*".

2º) Implementação das Rotinas:

- Inicia-se e mantém-se a realização da rotina de CIL, suportada pelo *checklist* de ações;
- Inicia-se e mantém-se a realização da rotina de CL, suportada pelo *checklist* de pontos a serem inspecionados;
- Institui-se os ciclos de reuniões, nos quais ir-se-ão acompanhar a realização das rotinas e os níveis de melhora dos resultados até que os resultados obtidos estejam nos patamares das metas estipuladas de modo sustentável.

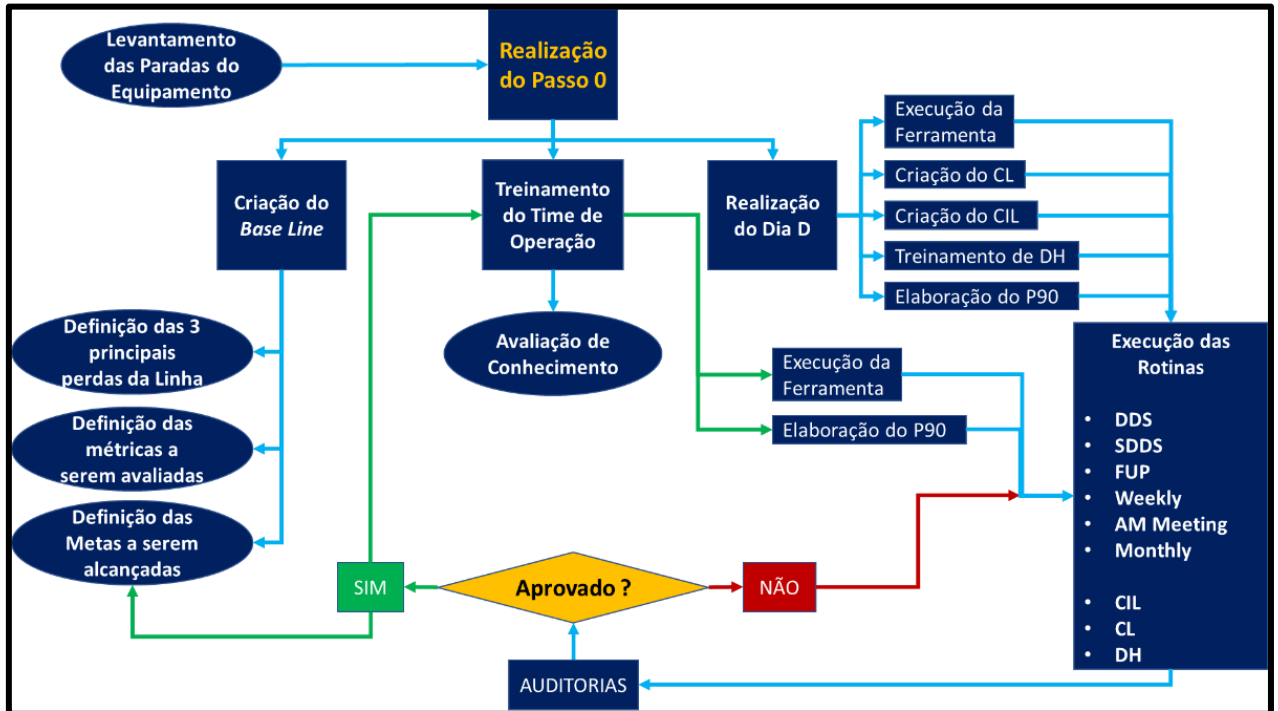
3º) Em terceiro, realiza-se auditorias para confirmar que uma linha de produção atingiu passo 1, passo 2, passo 3... até o passo 7.

Assim que um passo é atingido, retoma-se os treinamentos com o time, dessa vez sobre a próxima etapa a ser alcançada, atualiza-se as metas e continua-se a executar as rotinas até atingir as metas do próximo passo e ter-se uma nova auditoria.

Esse ciclo citado acima é repetido até atingir-se o passo 7, por isso diz-se que o executa-se um procedimento padronizado em todos os passos.

Abaixo, tem-se na Figura 11, um fluxograma que relaciona o processo de implementação, as ferramentas, os DMS's, o procedimento padrão e o Passo Zero, de modo que fique clara a sequência de implementação.

Figura 11 - Procedimento Padrão de implementação da Manutenção Autônoma



Fonte: Própria (2022)

5 RESULTADOS

De modo resumido, conforme mencionado previamente, para mensurar o progresso do processo de implementação do AM numa linha ou módulo industrial, são usados indicadores estabelecidos durante a realização do Passo 0, durante o qual, além de serem estabelecidos, tais indicadores também são medidos ou calculados e os valores obtidos são tidos como base de comparação para ao longo de todo processo, indo do passo 1 ao passo 7.

Na presente seção ir-se-á apresentar a linha industrial utilizada para estudo, os valores obtidos como *baseline* da linha analisada e os resultados obtidos com a implementação da Manutenção Autônoma na linha referida.

5.1 Linha Industrial Objeto de Estudo

A linha adotada como objeto de estudo foi escolhida de acordo com a estrutura organizacional da empresa e os nomes dos equipamentos, bem como das matérias primas usadas serão alterados por questões de segredo industrial, seguindo o seguinte critério: para os equipamentos foram usadas como nome a função primária de cada máquina e as matérias primas foram chamadas de Matéria Prima A e B.

De modo resumido, a organização administrativa da empresa é feita por células, as quais são responsáveis pela gestão de partes específicas da linha geral.

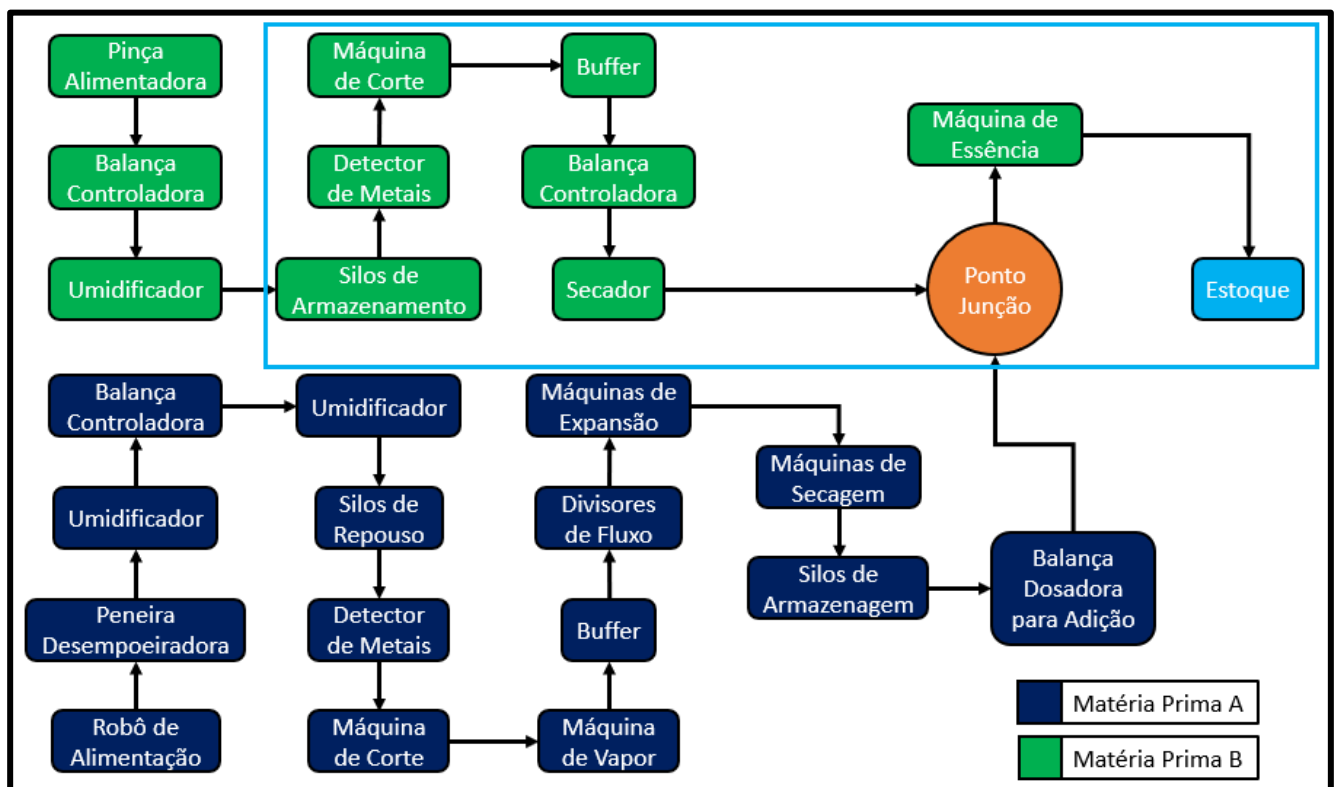
No caso do presente estudo, a linha estudada está delimitada pelo retângulo azul claro ilustrado na Figura 12, que se encontra a seguir, e é composta por:

- a) Silos de armazenamentos de matéria prima;
- b) Um detector de metal;
- c) Máquinas de cortes;
- d) Um equipamento buffer, cuja função é garantir que a linha a partir daquele ponto seja alimentada de forma regular e frequente;
- e) Uma balança controladora de fluxo;
- f) Um secador industrial;
- g) Uma máquina de aplicação de essência.

Além da composição da linha, é necessário ressaltar o regime de trabalho sob o qual ela é utilizada, pois essa informação irá influenciar na escolha dos indicadores de performance que serão usados para mensurar a efetividade do processo de implementação da estratégia de manutenção pretendida.

A linha objeto de estudo, funciona 5 vezes na semana, durante 2 turnos da companhia.

Figura 12 - Linha Industrial Objeto de Estudo



Fonte: Própria (2022)

5.2 Resultados de Passo Zero – Indicadores, Valores de *Baseline* e Metas de Indicadores

5.2.1 Metas Conceituais do IWS

Recapitulando a seção 4.2, além de se determinar quais serão os indicadores a serem analisados durante o processo de implementação, determina-se o *baseline*, que serve como referencial para as metas a serem estipuladas.

Conceitualmente, o IWS estabelece qual será o de foco das tratativas e prioridades em cada passo, baseado numa linha de raciocínio sequencial para que o time de operação saiba o porquê das ações a serem feitas.

No passo 1, o foco é estabelecer um procedimento padrão de limpeza, inspeção, detecção e correção de defeitos. O que é entendido como limpeza inicial. Essa mentalidade faz com que o operador deixe os equipamentos numa condição ideal de operação, pois faz com que o ambiente esteja sempre limpo e facilite inspeções e detecção de problemas em máquinas.

No passo 2, considerando que já se tem um padrão de limpeza e inspeção bem estabelecido, foca-se na detecção das fontes de contaminação que implicam nos equipamentos ficarem sujos, causando limpezas recorrentes, paradas de máquinas inesperadas, quebras e dificulta a inspeção do maquinário.

Criado um padrão de limpeza, solucionado os problemas de fontes que contaminam a máquina, no passo 3, prioriza-se a lubrificação das partes móveis das máquinas, garantindo assim com que possíveis paradas por atrito excessivo e emperramentos sejam evitados.

Note que os passos 1, 2 e 3 preocupam-se em padronizar ações que garantam que a máquina sempre esteja na melhor condição possível para operar além de focar na eliminação massiva de defeitos.

Tomando como bem implementado os passos 1, 2 e 3, parte-se para a implementação do passo 4, o qual preocupa-se na inspeção e identificação de falhas e defeitos nos componentes de máquinas (parafusos, rolamentos, conexões pneumáticas, válvulas...). Pois, já que o equipamento está limpo, sem pontos que possam sujá-lo novamente e bem lubrificado, permite ao operador ter tempo de verificar a condição dos componentes de modo que se previna falhas ou quebras futuras.

Além do foco de cada passo, o IWS estabelece requisitos mínimos que devem ser atingidos em termos de indicadores e resultados para afirmar que uma determinada linha de produção atingiu um passo específico de AM.

É válido pontuar que na companhia, onde encontra-se a linha fabril estudada, as áreas produtivas que estão mais avançadas na implementação de Manutenção Autônoma, alcançaram o passo 4 e não é o caso do presente objeto de estudo.

Pontuado isto, ir-se-á pontuar os metais conceituais do IWS apenas dos passos 1 ao 3.

Para validação de passo 1, uma linha industrial deve, a partir do valor definido como *Baseline*, reduzir a quantidade total de paradas em no mínimo 25% até a data da auditoria de validação e estabelecer um tempo padrão para o intervalo de parada planejada da linha.

Para validação de passo 2, deve-se reduzir a quantidade total de paradas em no mínimo 50% e o tempo de parada planejada, definido no passo 1, deve ser reduzido em 90% até o dia da auditoria, pois como trata-se de hábitos e rotinas, as ações feitas durante o CL e CIL, ficarão mais rápidas já que os operadores terão um aumento da habilidade de execução das ações.

No passo 3, para que haja a validação, deve-se reduzir a quantidade total de paradas em no mínimo 75% e o tempo de parada planejada atingido no passo 2 deve ser mantido auditoria de passo 3.

5.2.2 Indicadores

Por causa do regime de funcionamento citado e pela bibliografia do próprio sistema IWS, para mensurar o progresso do processo de implementação analisado no presente estudo, utilizaram-se os seguintes indicadores:

a) OEE – *Overall Equipment Efficiency* (Eficiência Geral de Equipamento)

Esse indicador visa contabilizar a eficiência global de utilização de equipamentos. Como dito na seção 3.8.3, pode-se calcular tal número de várias formas, sendo a mais comum representada na equação da seção resgatada.

No caso estudado, adaptou-se os cálculos para que se apresente a eficiência global da linha analisada da maneira mais condizente com a realidade de operação possível.

A adaptação foi feita levando em consideração todo volume de produção, fluxo mássico da linha, tempo necessário para realizar produzir todo o volume e adaptou-se a parcela de qualidade do produto feito ao modo de mensuração do volume produzido, no qual desprezava-se da contabilização o volume que a ser descartado por defeitos de qualidade.

Matematicamente, o cálculo de OEE da linha objeto de estudo deu-se pela seguinte equação:

$$OEE = \frac{(Volume\ Real\ Produzido)}{(Tempo\ Real\ de\ Produção) \times (Fluxo\ Massico\ da\ Linha)}$$

- OEE dado em Porcentagem;
- Volume dado em quilogramas;
- Tempo dado em minutos;
- Fluxo dado em quilogramas por minuto;

Considerando a formulação acima, percebe-se que a eficiência da linha é medida através da comparação do volume real produzido com o volume que deveria ser entregue, considerando o tempo real de produção e o fluxo da linha.

Isso porque, o tempo real de produção normalmente extrapola o necessário para que o volume real produzido seja entregue, já que durante a produção existem fatores que levam a linha a realizar paradas não planejadas, que são o principal alvo da estratégia da manutenção autônoma.

b) Número de Paradas não Planejadas

A bibliografia do IWS, menciona que a quantidade de paradas não planejadas de uma linha deve ser utilizada como indicador de efetividade do processo de implementação da metodologia autônoma de manutenção. Nesse âmbito, foram registradas todas as paradas da linha, que foram avaliadas a partir de intervalos de tempo específicos (Semanal, mensal...) e tais avaliações serão apresentadas na seção de resultados.

A mensuração do tempo de parada planejada não foi adotada como indicador devido as dimensões das máquinas que compõe a linha juntamente com o tempo disponível para produção diária.

Ao invés de adotar a tal mensuração como critério de implementação, adotou-se um tempo fixo de parada planejada para realização das rotinas de CL e CIL, sendo tal tempo 150 minutos por turno, que é composto por 500 minutos.

5.2.3 *Baseline*, Metas e Resultados

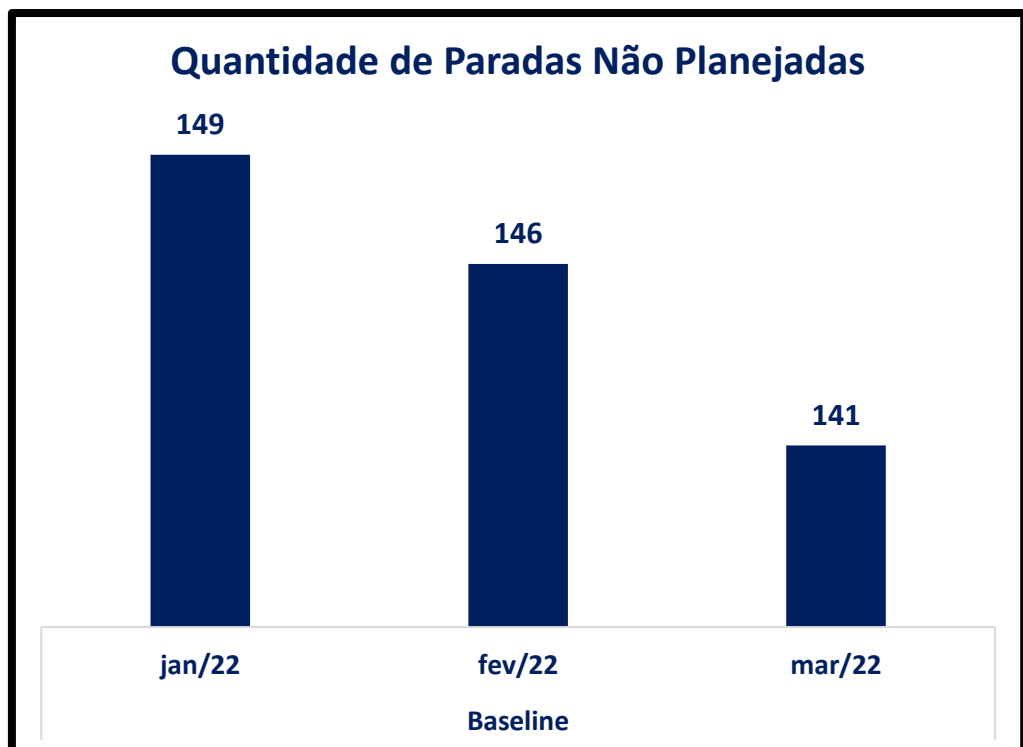
O estudo apresentado teve duração de 12 meses, dos quais cada trimestre foi destinado a uma etapa do procedimento de implementação, sendo o primeiro voltado a construção do baseline e metas a serem atingidas nas próximas etapas, o segundo destinado a implementação do Passo 1, o segundo focado na implementação do Passo 2 e o último destinado a implementação do Passo 3.

A partir da implementação do Passo 1, além dos indicadores citados acima, passou-se a observar o PDT, pois uma das metas do passo 2 é justamente reduzir o tempo de parada planejada estabelecido no passo 1 em 90%, conforme já foi discutido anteriormente.

5.2.3.1 *Baseline*

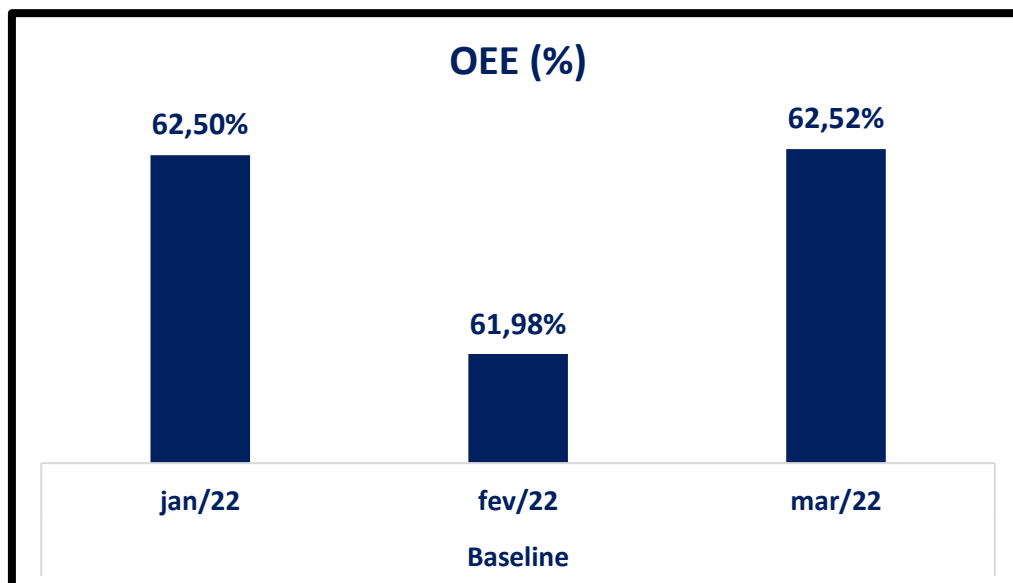
As Figuras 13 e 14 abaixo ilustram os valores obtidos durante o levantamento de paradas não planejadas e resultados de OEE, realizado no primeiro trimestre.

Figura 13 - *Baseline*: Análise do Número de Paradas Não Planejadas



Fonte: Própria (2022)

Figura 14 - *Baseline*: Análise dos Valores de OEE



Fonte: Própria (2022)

A partir dos resultados obtidos nos levantamentos ilustrados acima, estabeleceu-se valores referenciais, da quantidade de paradas não planejadas e do OEE, a partir dos quais trassaram-se as metas necessárias para validação dos passos do pilar de AM.

5.2.3.2 Metas

Tais valores, tanto referenciais quanto das metas estabelecidas, estão descritos nas Tabelas 1 e 2, que apresentam as métricas seguidas para os indicadores de paradas não planejadas e OEE respectivamente.

Tabela 1 - Métricas de AM: Metas de Quantidade de Paradas Não Planejadas

MÉTRICAS	
Etapa AM	Resultados
Valore de Inicial de Referencial	145,33
Passo 1	109,00
Passo 2	72,67
Passo 3	36,33

Fonte: Própria (2022)

Tabela 2 - Métricas de AM: Metas de OEE

MÉTRICAS	
Etapa AM	Resultados
Valor Inicial de Referencia	62,34%
Passo 1	65,80%
Passo 2	69,30%
Passo 3	73,00%

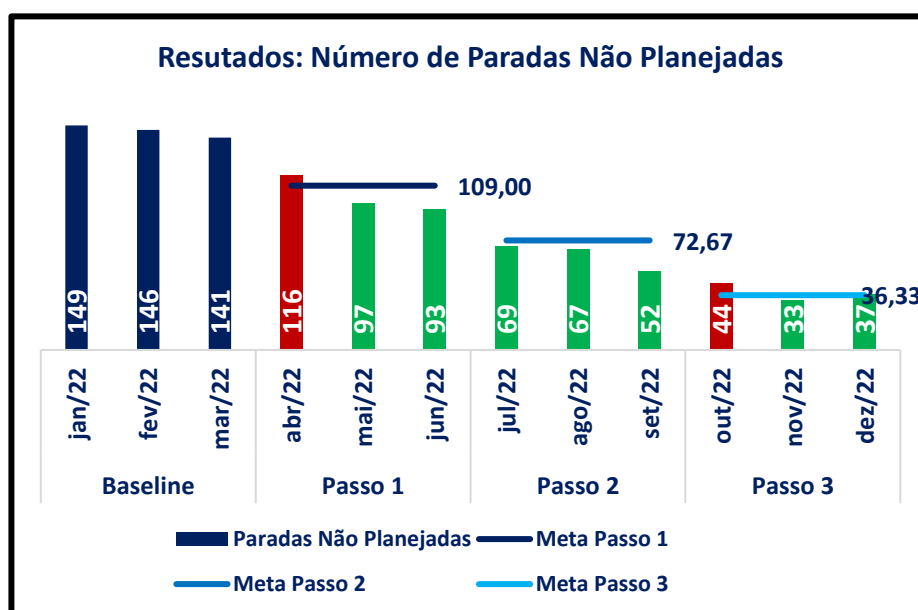
Fonte: Própria (2022)

Recapitula-se que os valores das metas para as quantidades de paradas não planejadas são baseados em reduções fixas pré estabelecidas, enquanto os valores de OEE são baseados em projeções de ganhos de eficiência a partir das reduções de paradas não planejadas.

5.2.3.1 Resultados

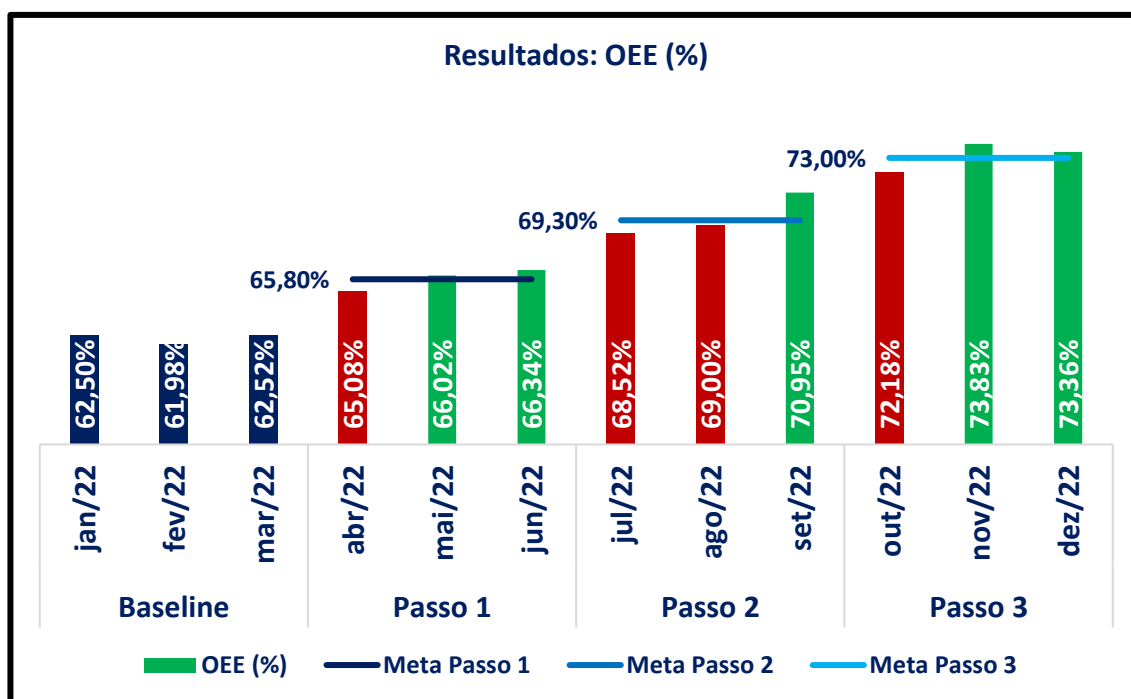
As Figuras 15 e 16 descrevem graficamente os resultados de paradas não planejadas e OEE, respectivamente, ao longo dos meses do ano, bem como o comparativo destes mesmos resultados pré e pós início da implementação das rotinas e procedimentos da manutenção autônoma.

Figura 15 - Resultados: Quantidade de Paradas Não Planejadas



Fonte: Própria (2022)

Figura 16 - Resultados: OEE



Fonte: Própria (2022)

Embora houveram meses cujos resultados, seja de parada não planejada ou de OEE, não atingiram as metas estabelecidas para o passo que se almejava, é notável a melhoria de eficiência da linha estudada a partir do momento em que se iniciou o uso da manutenção autônoma. Logo de início foi possível perceber uma redução de aproximadamente 17,7% das paradas e um aumento aproximado de 2,5% do OEE, quando se compara o Mês 3 com o Mês 4.

Valido ressaltar que os Meses 4 e 10 foram os únicos que não atingiram as metas em ambos os parâmetros avaliados além de serem os primeiros meses dos intervalos de implementação dos passos 1 e 3 respectivamente. Isso se deu pela dificuldade de transição de mentalidade da tripulação que as etapas citadas necessitam, sendo a transição de passo 1 uma transição ligada ao início do uso da metodologia e a do passo 3 relacionada a troca de prioridade da eliminação de defeitos, passando de fontes de contaminação para problemas de lubrificação.

Em termos palpáveis, a linha passou de uma produção diária de aproximados 105.000 quilogramas para uma produção de aproximadamente 135.000 kg, utilizando o mesmo intervalo de produção. Isso significa que o volume diário produzido próximo de 20%.

6. CONCLUSÕES

Conclui-se que o projeto de implementação foi bem-sucedido, pois trouxe melhorias palpáveis a linha fabril estudada, atingiu os resultados estabelecidos durante o estudo baseados na metodologia de IWS e os manteve de forma estável, tornando-os sustentáveis.

Além dos resultados mensurados, foi nítida a mudança de comportamento e mentalidade do time operacional, que passou a ser mais técnico quanto a funcionalidade das máquinas, mais preocupado com os resultados apresentados pela linha, mais engajado na detecção e solução de problemas, mais proativo na sugestão e realização de melhorias. Tudo isso devido ao aumento do conhecimento e do entendimento dos motivos que levaram a empresa a adotar tal sistema na linha que tal time trabalha.

Como pontos a se destacar, pode-se citar dois: primeiro, a complexidade de uniformização do nível de conhecimento entre os membros do time de operações, pois cada pessoa possui um perfil de curva de aprendizado e assimilação do conteúdo passado a eles, além dos diferentes ritmos de assimilação dos motivos das novas ações e rotinas que passaram a ser cobradas, sendo esta complexidade refletida nos resultados dos Meses 4 e 10.

Segundo, o aumento do volume produzido pela mesma linha sem que houvesse alteração de *layout*, compra de novas máquinas, aumento no time operacional ou alteração no regime de trabalho da linha, o que mostra como a Manutenção Autônoma é capaz de extrair resultados de performance sem grandes gastos financeiros, gerando assim, uma saúde financeira para companhias tornando-as cada vez mais competitivas nos respectivos mercados de atuações e possibilitando que postos de trabalhos (diretos ou indiretos) sejam mantidos, famílias tenham acesso ao consumo através da remuneração dos operadores e todo mercado interno do país se mantenha aquecido.

Sugere-se como oportunidades futuras para a empresa que adotou a metodologia, a implementação da Manutenção Autônoma em outras linhas da companhia, além da continuidade do trabalho até que o Passo 7 seja atingido.

Fica como aprendizado do estudo, a importância da metodologia da estratégia autônoma de manutenção, já que ela é capaz de potencializar a capacidade produtiva

de uma empresa, promovendo assim o superavit financeiro e aumentando a longevidade de tal empresa, impactando assim, toda economia de um país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADVANCED CONSULTING E TRAINING. **Sobre TPM**. Disponível em: <<https://www.advanced-eng.com.br/sobretpm.htm>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2022.

ALMEIDA, Marcio. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000. Disponível em: <<https://mtaev.com.br/wp-content/uploads/2018/02/mnt1.pdf>> Acesso em: 06 de novembro de 2021.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION – **NF EM 13306**. Paris, 2001. Disponível em: <maint.t.i.b.free.fr/Files/Other/NF EM 13306.pdf> Acesso em: 06 de novembro de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 5462**. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <https://kupdf.net/download/nbr-5462-tb-116-confiabilidade-e-mantenabilidade_58fbd9f8dc0d609527959e81_pdf> Acesso em: 06 de novembro de 2021.

BELLOTTO, Thomás. **Redução de Parada não planejada através da aplicação de ferramentas do IWS**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba

COELHO, José António da Silva. **Implementação da Total Productive Maintenance (TPM) numa Empresa de Produção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica, Perfil de Manutenção e Produção). Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2008.

DIGITAL MANUFACTURING, STRATEGIES FOR SUCCESS. VANCED CONSULTING E TRAINING. Disponível em: <<https://www.sapusers.org/uploads/files/RO3SLzf9WevNLXBm-Digital%20Transformation%20in%20Manufacturing%20Strategies%20for%20Success.pdf>>. Acesso em: 22 de setembro de 2022

FALCONI, V. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 1992.

GOVENDER, R. **Critical Success Factors for Implementing a labour productivity improvement initiative in a competitive South African manufacturing plant for greater international competitiveness.** 2016

J.I.P.M – *Japanese Institute of Plant Maintenance*. “**History**”. Disponível em: <<https://jipmglobal.com/about/history>>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

J.I.P.M – *Japanese Institute of Plant Maintenance*. “**What is TPM?**”. Disponível em: <<https://jipmglobal.com/about/tpm>>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

KADERC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

MANFREDINI, Andréia. **Manutenção Autônoma em Operações na Procter & Gamble Porto.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial e Gestão). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009.

MONCHY, François. **A Função Manutenção: Formação para a Gerência da Manutenção Industrial.** Rio de Janeiro: Durban, 1989.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **Manutenção Produtiva Total: Estudo de caso em uma Empresa Automobilística.** Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional). Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004. 90f.

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

NETTO, Wady. **A Importância e a Aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas Indústrias.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008. 53 f.

OHNO, T. **O Sistema de Produção Toyota: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997. 142p. ISBN 85-7307.170-2

OLIVEIRA, Rafaela. **Análise da Implementação do Programa de Manutenção Autônoma: Estudo de Caso em uma Empresa de Mineração de Bauxita.** Monografia (Graduação em Engenharia de Minas). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 60 f.

PINTO, Alan; XAVIER, Júlio. **Manutenção Função Estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

REIS, Roberto; et. al. **Implementação de Metodologia de Trabalho para Zero Perdas em Indústria do Gênero Alimentício.** 2017

RODRIGUES, Antônio Roberto Sbecker. **Manutenção Industrial, princípios da Manutenção Produtiva Total – TPM, com Foco na Manutenção Autônoma.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Mecânica). Centro Universitário UNIFACVEST, Lages, 2017.

SEIXAS, Filipe F. **Simplificação e melhoria de processo na Procter & Gamble Porto.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial e Gestão). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009.

SHIROSE, K. **TPM para mandos intermédios de fábrica.** Madrid: Productivity Press.

1994. 155p. ISBN 84-87022-11-1.

SHINGO, S. **O Sistema de Produção Toyota: do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p. ISBN 85-7307-169-9.

SLACK, Nigel; JONES, Alistar; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2018.

UBQ – União Brasileira para a Qualidade. **Artigo TPM – Manutenção Produtiva Total.** Disponível em: <<http://www.ubq.org.br>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2022.

UBQ – União Brasileira para a Qualidade. **Gestão de Produção x Qualidade**. Disponível em: <<http://www.ubq.org.br/2011/06/07/gestao-de-producao-x-qualidade/>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2022.

WYREBSK, Jerzy. **Manutenção Produtiva Total: Um Modelo Adaptado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/158161/108695.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

XENOS, Harilaus. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Geral, 1988.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. **TPM – Manutenção Produtiva Total**. São João del Rei, ICAP, 2005.



Pontos de Ajuste Padrão

Secador - Máquina de Essência

Responsável

1º Turno

2º Turno

Data

____/____/____

Pontos de Ajuste Padrão

Quando? (Equipamento Rodando / Parado)	Máquina	Perda do equipamento	Ponto de Verificação	OPL	Ponto de Referência (Escala, Display, Grau, etc)	Todas as Marcas		Está no Padrão? Se não, seguir com o fluxo de registro e solução			
						Aviso		1ª Turma		2ª Turma	
						Mín.	Máx.	SIM	NÃO	SIM	NÃO
1 Parado	Secador	Perda do equipamento	Pressão do Gás GLP - Válvula Schut Off	#CLN 00001	Manômetro / Visual	250 MBAR		1º (S)	1º (N)	2º (S)	2º (N)
						200 MBAR	300 MBAR				
2	Secador	Perda do equipamento	Pressão do Gás GLP - Estação	#CLN 00002	Manômetro	250 MBAR		1º (S)	1º (N)	2º (S)	2º (N)
						200	300				

ANEXO A

Modelo de Check List de Center Line (CL)

ANEXO B

Modelo de Check List de CIL

C.I.L. - LINHA DE CORTE																
Objetivo do C.I.L.: "Limpar para inspecionar, inspecionar para encontrar defeitos, eliminar defeitos para reduzir paradas e quebras".																
Versão:		SINAMA:		DATA:								Ciclo da atividade				
Atividade	Numero	Método	Tarefa	IT	Tempo ...	Perda	Semanal		Trise		Quente		Fria		Domínio	
							1 ^o	2 ^o	3 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o	
1	Máquina de Corte	R	Limpeza dos sensores de nivel máquina 1	Pág. 4 Book CIL Corte	2	ENTUPIMENTO										Turno
2	Máquina de Corte	R	Limpeza dos sensores de nivel máquina 2	Pág. 4 Book CIL Corte	2	ENTUPIMENTO										Turno
3	Máquina de Corte	R	Limpeza dos sensores de nivel máquina 3	Pág. 4 Book CIL Corte	2	ENTUPIMENTO										Turno
4	Máquina de Corte	R	Limpeza do Bocal da Máquina 1	Pág. 5 Book CIL Corte	5	CONTAMINAÇÃO QUESOVIDE UMIDADE										Turno
5	Máquina de Corte	R	Limpeza do Bocal da Máquina 2	Pág. 7 Book CIL Corte	10	CONTAMINAÇÃO QUESOVIDE UMIDADE										Turno
6	Máquina de Corte	R	Limpeza do Bocal da Máquina 3	Pág. 8 Book CIL Corte	5	CONTAMINAÇÃO QUESOVIDE UMIDADE										Turno
7	Máquina de Corte	R	Limpeza do tambor de faca da máquina 1	Pág. 9 Book CIL Corte	5	CONTAMINAÇÃO QUESOVIDE UMIDADE										Turno
8	Máquina de Corte	R	Limpeza do tambor de faca da máquina 2	Pág. 10 Book CIL Corte	5	CONTAMINAÇÃO QUESOVIDE UMIDADE										Turno
9	Máquina de Corte	R	Limpeza do tambor de faca da máquina 3	Pág. 11 Book CIL Corte	10	CONTAMINAÇÃO QUESOVIDE UMIDADE										Turno

Anexo C

Modelo de Etiquetas de Defeitos (DH)

IWS LANCADA ENCERRADA **064218**
 Manutenção Autônoma

- Solução com nota (ZZ) Enc. CIL? _____


SEGURANÇA	QUALIDADE	DIFÍCIL ACESSO
FALHAS MENORES	FONTE DE CONTAMINAÇÃO	
CONDIÇÕES BÁSICAS		ITENS DESNECESSÁRIOS

Data: ___/___/___ Colaborador: _____ T: _____
 Prazo: ___/___/___ Responsável: _____ T: _____
 Módulo: _____ Prioridade: 1 2 3

Máquina: _____ / Área: _____
 Perda: _____
 Descrição da anomalia: _____
 Solução: _____

Contra medida: Não Sim (caso Sim, Preencher o Verso)
 Encerramento: _____
 Data: ___/___/___ Turno: _____
 Colaborador: _____

MÃO - MANEJE COM CUIDADO - NÃO TOQUE NAS PARTES DESENECESSÁRIAS



IWS LANCADA ENCERRADA **0166c0**
 Manutenção Autônoma - Solução com nota (ZZ)


Nota ZZ/ZZ: _____ Enc. CIL? _____

SEGURANÇA	QUALIDADE	DIFÍCIL ACESSO
FALHAS MENORES	FONTE DE CONTAMINAÇÃO	
CONDIÇÕES BÁSICAS		ITENS DESNECESSÁRIOS

Data: ___/___/___ Colaborador: _____ T: _____
 Prazo: ___/___/___ Responsável: _____ T: _____
 Módulo: _____ Prioridade: 1 2 3

Máquina: _____ / Área: _____
 Perda: _____
 Descrição da anomalia: _____
 Solução/Spare Parts: _____

Contra medida: Sim Não (caso Sim, Preencher o Verso)
 Encerramento: _____
 Data: ___/___/___ Turno: _____
 Colaborador: _____



IWS LANCADA ENCERRADA **024123**
 Manutenção Autônoma - Solução ELÉTRÔNICA

Nota (ZZ/ZZ) _____ Enc. CIL? _____

SEGURANÇA	QUALIDADE	DIFÍCIL ACESSO
FALHAS MENORES	FONTE DE CONTAMINAÇÃO	
CONDIÇÕES BÁSICAS		ITENS DESNECESSÁRIOS

Data: ___/___/___ Colaborador: _____ T: _____
 Prazo: ___/___/___ Responsável: _____ T: _____
 Módulo: _____ Prioridade: 1 2 3

Máquina: _____ / Área: _____
 Perda: _____
 Descrição da anomalia: _____
 Solução: _____

Contra medida: NÃO Sim (caso Sim, preencher verso)
 Encerramento: _____
 Data: ___/___/___ Turno: _____
 Colaborador: _____

MÃO - MANEJE COM CUIDADO - NÃO TOQUE NAS PARTES DESENECESSÁRIAS

