UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BRUNNA BARROSO ANDRADE

AS CONTRIBUIÇÕES DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO AUMENTO DA *PERFORMANCE* DE UM EQUIPAMENTO EM UMA FÁBRICA DE METAIS SANITÁRIOS

JUIZ DE FORA
2021

BRUNNA BARROSO ANDRADE

AS CONTRIBUIÇÕES DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO AUMENTO DA *PERFORMANCE* DE UM EQUIPAMENTO EM UMA FÁBRICA DE METAIS SANITÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: D. Sc. Clarice Breviglieri Porto

JUIZ DE FORA

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Barroso Andrade, Brunna.
AS CONTRIBUIÇÕES DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO AUMENTO DA PERFORMANCE DE UM EQUIPAMENTO EM UMA FÁBRICA DE METAIS SANITÁRIOS / Brunna Barroso Andrade. -- 2021.
61 f. : il.

Orientadora: Clarice Breviglieri Porto
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2021.

1. Manutenção. 2. OEE - Eficiência Global dos Equipamentos. 3. Método PDCA. 4. Ferramentas da Qualidade. I. Breviglieri Porto , Clarice , orient. II. Título.

BRUNNA BARROSO ANDRADE

AS CONTRIBUIÇÕES DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO AUMENTO DA *PERFORMANCE* DE UM EQUIPAMENTO EM UMA FÁBRICA DE METAIS SANITÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovado em: 27/ 08 / 2021

BANCA EXAMINADORA

D. Sc Clarice Breviglieri Porto
Universidade Federal de Juiz de Fora

p/ D. Sc Luiz Henrique Dias Alves
Universidade Federal de Juiz de Fora

p/ D. Sc Roberto Malheiros Moreira Filho
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por me conceder ânimo, força e sabedoria para a realização deste trabalho e coragem para superar os momentos difíceis.

A todos os meus familiares pelos ensinamentos, pela formação dos meus princípios e por todo apoio, em especial, aos meus pais, Joaquim e Elizabeth, por serem a minha fortaleza e estarem sempre ao meu lado.

Às minhas irmãs, Nicolle e Carolina, pelo companheirismo, amizade e apoio.

Ao Bruno, por todo amor, paciência, amizade, compreensão, apoio e motivação. Você foi muito importante para essa conquista.

Aos meus amigos, por serem essenciais em minha vida e sempre me proporcionarem todo suporte.

O meu agradecimento a todos os professores que fizeram parte da minha formação pessoal e acadêmica, pelos ensinamentos e conhecimentos passados, essenciais para essa conquista.

Aos professores da Faculdade de Engenharia de Produção da UFJF, em especial a professora Clarice Breviglieri Porto, pela orientação, paciência, disposição, suporte e empenho, fundamental para a realização deste trabalho.

Agradeço à Universidade Federal de Juiz de Fora por todas as oportunidades oferecidas e pelo ensino de excelência.

A todos os alunos da Faculdade de Engenharia, que me proporcionaram troca de conhecimento, experiência e que de alguma forma participaram da minha trajetória, o meu agradecimento.

A todos que direta ou indiretamente torceram por minha conquista e fizeram parte da minha formação, meu muito obrigado.

RESUMO

Para se tornarem competitivas no mercado, as empresas buscam cada vez mais eficiência e melhoria contínua em seus processos. Este trabalho de pesquisa-ação aborda a importância do uso das ferramentas da qualidade para o aumento da *performance* e, consequentemente, do OEE de um equipamento que produz registros de gaveta em uma fábrica localizada no estado de São Paulo, sendo a maior fabricante de louças e metais sanitários do Hemisfério Sul e líder no mercado brasileiro. São apresentadas as ferramentas da qualidade utilizadas para identificar as causas raízes que são responsáveis pela ineficiência do equipamento e a implantação dos planos de ação para atingir os objetivos do projeto.

Palavras-chave: *Performance*, OEE, ferramentas da qualidade.

ABSTRACT

To become competitive in the market, companies are increasingly looking for efficiency and continuous improvement in their processes. This action-research work addresses the importance of using quality tools to increase the performance and, consequently, the OEE of equipment that produces drawer registers in a factory located in the state of São Paulo, which is the largest manufacturer of chinaware and bathroom metals from the Southern Hemisphere and leader in the Brazilian market. The quality tools used to identify the root causes that are responsible for the inefficiency of the equipment and the implementation of action plans to achieve the project objectives are presented.

Keywords: Performance, OEE, quality tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Representação do ciclo Pesquisa- ação 16
Figura 2 – As quatro gerações do TPM 25
Figura 3 – Os oito pilares da TPM 26
Figura 4 – Implementação da TPM 27
Figura 5 – Relação entre as seis grandes perdas e os fatores do OEE 29
Figura 6 - Dados para cálculo do OEE 30
Figura 7 - Esquema representativo para cálculo do OEE 32
Figura 8 - Estratégia para eliminação das seis grandes perdas 33
Figura 9 - Diagrama de Ishikawa - Modelo 36
Figura 10 - Plano de Ação utilizando o 5W2H 38
Figura 11 – Gráfico de Pareto 39
Figura 12 - Ciclo PDCA 39
Figura 13 – Fluxograma do Processo 44
Figura 14 - Registro de Gaveta 45
Figura 15 – Porcentagem de frequência das causas de parada 47
Figura 16 – Gráfico de Pareto – Causa de Parada 48
Figura 17 – Gráfico preliminar das causas de parada 49
Figura 18 – Causas do encaixe torto do Castelo 49
Figura 19 – Análise de 5 Porquês (Desencontro - Fundição) 50
Figura 20 – Planos de Ação 51
Figura 21 – Revisão do Plano de Inspeção do Equipamento 52
Figura 22 – Análise do resultado da *performance* do equipamento 54
Figura 23 – Análise do aumento da média da *performance* do equipamento 55
Figura 24 – Análise do resultado do OEE do equipamento 55
Figura 25 – Análise do aumento da média do OEE do equipamento 56

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Cálculo do OEE 29
Equação 2 – Cálculo da disponibilidade 29
Equação 3 – Cálculo da *performance* 30
Equação 4 – Cálculo do fator qualidade 30
Equação 5 – Cálculo da meta para a *performance* 54
Equação 6 – Cálculo da meta para o OEE 54

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

JIPM - JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE

OEE - Eficiência Global dos Equipamentos

PDCA – PLAN (planejar), DO (fazer), CHECK (checar) e ACT (agir)

TPM – Manutenção Produtiva Total

TPS - SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 13
1.2 JUSTIFICATIVA 14
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 15
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 15
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 16
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 17

2. GESTÃO DA MANUTENÇÃO, DESEMPENHO E QUALIDADE 19

2.1 MANUTENÇÃO 19
2.1.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA 20
2.1.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA 21
2.1.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA 22
2.1.4 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) 23
2.2 OEE - EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS 28
2.2.1 CÁLCULO DO OEE 29
2.2.2 ATUAÇÃO NAS SEIS GRANDES PERDAS PARA MELHORAR O OEE 32
2.2.3 IMPLEMENTAÇÃO DO OEE 34
2.3 O MÉTODO PDCA E AS FERRAMENTAS PARA CONTROLE E MELHORIA DA QUALIDADE 35
2.3.1 BRAINSTORMING 35
2.3.2 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO 36
2.3.3 5 PORQUÊS 37
2.3.4 5W2H 37
2.3.5 DIAGRAMA DE PARETO 38
2.3.6 PDCA 39

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO 44

3.1 A EMPRESA E O PROCESSO 44

3.2 PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DO PROJETO 46
3.2.1 – FASE P (PLAN) 46
3.2.2 – FASE D (*DO*) 51

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS 53

4.1 FASE C (CHECK) 54
4.2 FASE A (ACT) 56

5. CONCLUSÃO 58

REFERÊNCIAS 59

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O aumento expressivo do número de empresas no mercado nos últimos anos fez com que todas elas precisassem se tornar mais competitivas para sobreviverem. Segundo o levantamento feito pela Serasa Experian, o número de empresas criadas no primeiro semestre de 2018 foi o maior dos últimos 8 anos, considerando um total de 1.262.935 novas companhias (G1, 2018). Por isso, estar sempre atuando com medidas para aumentar a produtividade da empresa, *performance* dos equipamentos e a qualidade dos produtos é uma premissa nos tempos atuais.

A empresa, objeto de estudo neste trabalho, se encontra no estado de São Paulo e é a maior fabricante de louças e metais sanitários do Hemisfério Sul e líder no mercado brasileiro. Porém, o setor também abrange outras grandes empresas que competem por parcelas do mercado consumidor.

No Brasil, existem cerca de 150 empresas produtoras de metais sanitários, sendo 80% sediadas no Estado de São Paulo. O mercado de metais sanitários está inserido no setor de construção civil e movimenta cerca de US$ 1,5 bilhão anualmente (ISTO É DINHEIRO, 2011 *apud* CATAPAN *et al*, 2013). As 5 marcas que são classificadas como as melhores do Brasil são: Deca, Fabrimar, Docol, Meber e Forusi (MELHORES MARCAS, 2020).

A Itália é o país líder mundial em *design* e vendas de metais sanitários, possuindo estrutura produtiva descentralizada e utilização intensiva de capital, equipamentos automatizados, baixa utilização de mão-de-obra e grandes escalas de produção (CATAPAN *et al*., 2013).

Considerando que o setor de metais sanitários está inserido na área de acabamento, a Associação Brasileira da Indústria de Materiais e Construção (Abramat), registrou um aumento de 1,1% no faturamento deflacionado de materiais para construção civil no Brasil em 2018, com ganhos de 1,8% em materiais-base e 0,5% nos de acabamento (RELATÓRIO ANUAL DURATEX, 2018). Além disso, houve um crescimento de 1,6% em 2019 na construção civil no Brasil, após cinco anos de desempenho negativo (AGÊNCIA CBIC, 2020).

Atualmente, com o objetivo de obter vantagens em relação aos concorrentes, as empresas estão implementando ferramentas que as façam ter processos mais eficientes e eficazes. Considerando esse cenário competitivo, o uso do indicador de Eficiência Global dos

Equipamentos (OEE) tem crescido (DE OLIVEIRA; DA SILVA, 2017). Com origem no TPM (Manutenção Produtiva Total) que foi criado no Japão, integra o chamado TPS (Sistema Toyota de Produção). O OEE tornou-se referência mundial em medição dos equipamentos industriais, principalmente os mais automatizados (KARDEC; NASCIF, 2009).

Esse indicador é percentual e, para calculá-lo, existem três fatores que são levados em consideração: Disponibilidade, *performance* e qualidade (MATIAS, 2016). Dessa forma, fica claro que a *performance* dos equipamentos é extremamente importante para se conseguir aumentar a produtividade a um menor custo.

Nesse contexto, as ferramentas da qualidade são essenciais para ser possível fazer um desdobramento das ações de melhoria e, assim, uma análise do OEE, auxiliando na descoberta e eliminação de causas que afetam negativamente o indicador (SANTOS *et al*., 2018).

Com base no exposto acima, este trabalho propõe evidenciar o aumento da *performance* e, consequentemente, do OEE de um equipamento que produz registros de gaveta por meio do uso das ferramentas da qualidade para identificar as respectivas causas raízes da ineficiência do processo.

1.2 JUSTIFICATIVA

O estudo em questão tem a finalidade de demonstrar como a utilização das ferramentas da qualidade podem proporcionar um aumento da *performance* de uma máquina que produz registros de gaveta em uma companhia do setor de metais sanitários. Para a empresa, esse produto em específico corresponde a 50% de toda a demanda de registros da fábrica, sendo bastante significativo para o faturamento da mesma.

Foi observado que o equipamento em questão não conseguia atingir a produção horária que estava no planejamento e, por isso, para atender a demanda mensal, os colaboradores necessitavam fazer hora extra frequentemente.

Além disso, a carga/máquina era 103%, apontando uma demanda extremamente alta. Em contrapartida, o OEE do equipamento era 54,17% e a meta da fábrica 75%, sendo considerada uma situação extremamente crítica para a mesma. Ao analisar os três fatores que compõem o OEE (Disponibilidade, *performance* e qualidade), foi identificado que a *performance* era o fator que mais afetava negativamente o OEE da máquina, com uma variação de ritmo mensal de 163h, que correspondia a 83.277 peças que estavam deixando de ser produzidas, sendo este o principal motivo de constantes horas extras.

É importante ressaltar que o indicador OEE ajuda a entender como está o desempenho da produção e promove mudanças significativas, proporcionando ganhos de qualidade e produtividade. Além disso, somente a utilização de indicadores financeiros já não refletem mais o real desempenho da organização (RIBEIRO; PAES; NETO, 2010).

Dessa forma, fica claro a importância do estudo para melhorar o desempenho da empresa, além de ser um tema de grande relevância para a Engenharia de Produção e uma oportunidade para a autora de colocar os conhecimentos adquiridos na academia em prática, durante a condução deste trabalho.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho consiste em aplicar o estudo em uma indústria do setor de louças e metais sanitários que atua no Brasil desde 1947. A empresa possui fábricas nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul, sendo atualmente líder do setor no mercado brasileiro.

O estudo propõe responder como o uso de ferramentas da qualidade podem aumentar a *performance* de um equipamento que produz registros de gaveta na empresa em questão. A coleta de dados para o trabalho ocorreu durante o mês de janeiro de 2020 na fábrica de registros, localizada no Estado de São Paulo. É importante ressaltar que o equipamento em questão realiza apenas a montagem do registro, visto que as etapas de fundição e usinagem ocorrem anteriormente.

Neste trabalho não serão evidenciadas as análises de todas as causas de parada do equipamento em questão, visto que foi priorizada apenas a causa mais relevante. Além disso, para tal projeto, não serão considerados ganhos de escala.

Dessa forma, para realizar a melhoria desse processo, foi necessário inicialmente mapear o fluxo produtivo e as suas interações, analisar as características do mesmo, investigar as principais causas que afetavam o desempenho da máquina e definir planos de ação a cada causa raiz identificada.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo geral a aplicação de ferramentas da qualidade para aumentar a *performance* e, consequentemente, o OEE de um equipamento em uma indústria do setor de louças e metais sanitários.

Espera-se que com o uso das ferramentas, sejam identificadas e tratadas as principais causas raízes dos problemas que fazem a máquina parar constantemente e afetam negativamente o seu OEE.

Utilizando-se das ferramentas da qualidade na tratativa dos problemas, o trabalho tem como objetivo aumentar o resultado do indicador OEE e tem como meta:

- Aumentar o OEE em 13 pontos percentuais;
- Aumentar a *performance* em 16 pontos percentuais;

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Segundo Thiollent (2005) *apud* Turrioni; Mello (2012), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo

Dessa forma, o método científico adotado no trabalho em questão foi o de pesquisa-ação, visto que inicialmente existe a fase de identificação dos pontos de melhoria através de técnicas de observação. Em seguida, foram propostas ações de melhoria através de ferramentas da qualidade e acompanhamento das mesmas.

De acordo Tripp (2005, p.445),

> "É importante que se reconheça a pesquisa-ação como um dos inúmeros tipos de investigação-ação, que é um termo genérico para qualquer processo que siga um ciclo no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela" - (Figura 1)

Figura 1– Representação do ciclo Pesquisa- ação

Fonte: Tripp (2005)

O estudo possui uma abordagem combinada, ou seja, qualitativa e quantitativa. Qualitativa, visto que foram utilizadas as seguintes ferramentas da qualidade: Diagrama de Ishikawa, 5 porquês, Brainstorming, PDCA e 5W2H. Além disso, possui uma abordagem quantitativa, pois o trabalho foi realizado com dados coletados para a obtenção dos indicadores de OEE e *performance*, que foram obtidos dentro da empresa.

Em relação a natureza da pesquisa, segundo os tipos de pesquisa definidos por Turrioni e Mello (2012), esta pode ser considerada aplicada, visto que a mesma se caracteriza por interesse prático, ou seja, que os resultados sejam utilizados ou aplicados no momento de solucionar o problema.

Além disso, é importante ressaltar que o trabalho foi desenvolvido seguindo a metodologia do PDCA e na primeira etapa foi criada uma equipe multidisciplinar com o objetivo de identificar quais eram as principais causas de parada do equipamento em questão. Feito isso, foram traçados planos de ação para sanar esses problemas e foi feita a revitalização do TPM da máquina.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo esses:

Capítulo 1 - Introdução:

Este capítulo contém as informações introdutórias ao estudo, que vão desde as considerações iniciais sobre o tema, suas justificativas e objetivos, até a metodologia do trabalho.

Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica:

Apresenta a revisão da literatura sobre as ferramentas da qualidade, OEE (Eficiência Global dos Equipamentos) e TPM (Manutenção Produtiva Total), contendo definições de autores e explicações das metodologias em questão.

Capítulo 3 - Desenvolvimento:

Contém o desenvolvimento do projeto e a aplicação das metodologias desenvolvidas em busca de melhorias para o equipamento que produz registros de gaveta na indústria do setor de louças e metais sanitários.

Capítulo 4 - Resultados:

Este capítulo apresenta as análises dos resultados relacionadas à utilização de ferramentas da qualidade para aumentar a *performance* e o OEE da máquina em questão, assim como os benefícios, pontos negativos, desafios enfrentados e oportunidades de melhoria.

Capítulo 5 - Conclusão:

Finalizando o trabalho, trazendo as análises finais e a conclusão acerca do tema abordado no presente Trabalho de Conclusão de Curso.

2. GESTÃO DA MANUTENÇÃO, DESEMPENHO E QUALIDADE

Neste capítulo é apresentado a evolução da manutenção ao longo do tempo, os principais tipos de manutenção e a explicação e importância da Manutenção Produtiva Total (TPM). Além disso, é feita uma revisão sobre OEE (Eficiência Global dos Equipamentos), mostrando como é feito o cálculo desse indicador e quais são suas etapas de implementação. Por fim, foram abordadas as principais ferramentas da qualidade que foram utilizadas no trabalho em questão.

2.1 MANUTENÇÃO

Após a Segunda Guerra Mundial, foi necessária uma adaptação da indústria para atender a demanda do mercado consumidor e, consequentemente, uma evolução da manutenção. Anteriormente, as máquinas eram pouco mecanizadas, prevalecendo a presença da mão de obra industrial. Devido às pressões do mercado, foi necessária uma modificação do processo produtivo das empresas, com a mecanização dos equipamentos e instalação de áreas industriais (NOGUEIRA; GUIMARÃES; DA SILVA, 2012).

Assim, evidencia-se a necessidade de aumentar a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, com o objetivo de aumentar a produtividade. A indústria dependia do bom funcionamento das máquinas e, por isso, surgiu-se a ideia de que falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, ocasionando o surgimento do conceito de Manutenção Preventiva (PINTO; XAVIER, 2007 *apud* NOGUEIRA; GUIMARÃES; DA SILVA, 2012).

É importante ressaltar que na década de 60, a manutenção estava relacionada com as intervenções com intervalos fixos feita nos equipamentos. Assim, o custo da mesma se elevou e, esse aumento, incentivou a criação dos sistemas de planejamento e controle de manutenção (NOGUEIRA; GUIMARÃES; DA SILVA, 2012).

Segundo Sievuli (2001) *apud* Moraes (2004), a evolução da Manutenção em um contexto mundial pode ser representada por três gerações descritas a seguir:

- **1° geração (1930 a 1940):** caracterizada pelo conserto após a falha ou manutenção emergencial;
- **2° geração (1940 a 1970):** correspondia a disponibilidade crescente e maior vida útil dos equipamentos, com intervenções preventivas baseadas no tempo de uso após a última intervenção. Além disso, faz referência aos custos elevados de

manutenção quando comparado aos benefícios, pelos sistemas manuais de planejamento e registro das tarefas e ocorrências de manutenção e, posteriormente, pelo início do uso de computadores para executar essas tarefas;

- **3° geração (Desde 1970):** Se caracteriza pelo aumento significativo da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, pela melhoria na relação entre o custo e o benefício da manutenção e pelas intervenções nos equipamentos baseadas na análise da condição e no risco da falha. Além disso, corresponde à melhor qualidade dos produtos, pelo controle dos riscos para a segurança e saúde do trabalhador, pela preocupação com o meio ambiente, por computadores portáteis e rápidos com potentes softwares para intervenções e gerenciamento da manutenção.

2.1.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva significa deixar as instalações continuarem a operar até quebrarem e, assim, o trabalho de manutenção ocorre somente após a falha ter ocorrido (SLACK et al., 2006).

De acordo com Kardec e Nascif (2009) *apud* Costa (2017) a manutenção corretiva atua para a correção da falha ou do desempenho exercido pelo equipamento ou sistema, menor do que o esperado e é um tipo de manutenção muito utilizada ainda nos dias de hoje.

Segundo Ribeiro (2003), ao atuar em um equipamento que apresenta um defeito ou um desempenho diferente do esperado, está se fazendo a manutenção corretiva. Assim, a manutenção corretiva não é necessariamente, a manutenção de emergência.

Portanto, a principal função desse tipo de manutenção é restaurar ou corrigir as condições de funcionamento dos equipamentos ou sistemas e, baseado nisto, se divide em manutenção corretiva planejada ou não planejada (NOGUEIRA; GUIMARÃES; DA SILVA, 2012).

- MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA:

Este tipo de manutenção ocorre após acontecer a falha ou perda de desempenho de um equipamento sem que haja tempo para a preparação dos serviços, implicando em altos custos e interrupção da produção (NOGUEIRA; GUIMARÃES; DA SILVA, 2012).

Segundo Kardec e Nascif (2009) *apud* Costa (2017), é também conhecida como Manutenção Corretiva Não Programada ou Emergencial e se caracteriza pela atuação em um fato já ocorrido, seja uma falha ou um desempenho menor que o esperado.

Na maioria das vezes, a quebra inesperada pode acarretar perdas da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção. Além disso, as quebras aleatórias podem ter consequências bastante graves para o equipamento, ou seja, a extensão dos danos pode ser bem maior. Quando uma empresa tem a maior parte de sua manutenção corretiva não-planejada, seu desempenho empresarial, certamente, não está adequado às necessidades de competitividade atuais (RIBEIRO, 2003).

- MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA:

Segundo Pinto e Xavier (2007, p.34) apud Nogueira, Guimarães e Da Silva (2012) é a "correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado por decisão gerencial, ou seja, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até quebrar."

Para Kardec e Nascif (2009) *apud* Costa (2017) existe um planejamento que apresenta vantagens em relação à Manutenção Corretiva Não Planejada, mesmo que a decisão gerencial seja deixar o equipamento em funcionamento até que ocorra a quebra. A Manutenção Corretiva Planejada apresenta menores custos, por possuir menor tempo de parada, pois o planejamento garante equipamentos sobressalentes, além de ferramentas, mão-de-obra e tecnologia qualificada e capacitada para execução dos serviços em quantidade suficiente. Além disso, proporciona maior segurança para os funcionários e para instalação, possibilitando também tornar compatível a necessidade de intervenção com os interesses da produção da empresa.

2.1.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva tem o objetivo de reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento, seguindo um plano previamente elaborado, baseado em intervalos de tempo definidos. Ao contrário da manutenção corretiva, ela procura prevenir, evitando a ocorrência de falhas (RIBEIRO, 2003).

Segundo Viana (2002) *apud* Costa (2017), panes inesperadas ocasionam paradas no processo de produção, aumentando assim os custos de manutenção e produção. Essa metodologia tende a minimizar ao máximo essas paradas imprevistas, pois o intervalo de tempo para que sejam feitas as devidas intervenções é considerado ótimo ou o mais próximo do ótimo. Os profissionais da área de Gestão Estratégica da Manutenção das empresas são responsáveis por fazerem essas análises, juntamente com os dados fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos, proporcionando uma redução drástica na improvisação e aumentando a qualidade do serviço.

Os motores de um avião de passageiros são verificados, limpos e calibrados de acordo com uma programação regular depois de determinado número de horas de voo. Tirar o avião de suas atividades diárias para manutenção preventiva é uma opção dispendiosa para as empresas aéreas. Porém, é essencial para evitar falhas com consequências graves (SLACK *et al*., 2006).

Assim, a manutenção preventiva será tanto mais conveniente quanto maior for a simplicidade na reposição; quanto mais altos forem os custos de falhas; quanto mais as falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança pessoal e operacional (RIBEIRO, 2003).

Para Kardec e Nascif (2009) *apud* Costa (2017), a manutenção preventiva é a política mais aplicada atualmente e existem alguns fatores que devem ser considerados para a aplicação de uma política de manutenção preventiva. Estes fatores são:

- "Quando não é possível a manutenção preditiva.
- Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou da instalação que torna mandatória a intervenção, normalmente para substituição de componentes.
- Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional.
- Riscos de agressão ao meio ambiente.
- Em sistemas complexos e/ou de operação contínua" (COSTA; 2017, p.25).

Porém, essa prática tem um lado negativo, visto que pode introduzir defeitos não existentes no equipamento devido à: Falhas humanas, falha nos componentes sobressalentes, contaminação em sistemas de óleo dos equipamentos, falhas ocasionadas durante partidas e paradas dos equipamentos e falhas nos procedimentos de manutenção (NOGUEIRA; GUIMARÃES; DA SILVA, 2012).

2.1.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

De acordo com Ribeiro (2003), a manutenção preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na manutenção. Quanto mais se intensifica o conhecimento tecnológico, mais se desenvolvem equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento. O objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamentos de parâmetros diversos, fazendo com que a operação seja contínua pelo maior tempo possível. A manutenção preditiva está ligada ao termo predizer, em relação às condições do equipamento. Logo, manutenção preditiva preza pela disponibilidade,

visto que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo.

Segundo a NBR 5462-1994 *apud* Costa (2017), a manutenção preditiva permite garantir o serviço de qualidade desejada utilizando sistemáticas de técnicas de análise, por meios de supervisão centralizadas ou de amostragem, com o objetivo de reduzir a manutenção preventiva e a corretiva.

Essa política utiliza técnicas para monitorar determinados equipamentos por meio de variáveis críticas, que devem informar as condições do equipamento, podendo ser de forma sensitiva ou por instrumentação de campo (PERES; LIMA, 2008 *apud* COSTA, 2017). Assim, ajuda a prever de forma mais exata quando a falha pode ocorrer e tomar a decisão de intervir antes que ela de fato ocorra (SELLITTO *et al*., 2002 *apud* COSTA, 2017).

De acordo com Nogueira, Guimarães e Da Silva (2012), as condições básicas para que tenha este tipo de manutenção, são as seguintes: o equipamento, sistema ou instalação deve permitir algum tipo de monitoramento; o equipamento, sistema ou instalação deve ter a escolha por este tipo de manutenção justificada pelos custos envolvidos e as falhas devem ser originadas de causas que possam ser monitoradas e acompanhadas

Os principais fatores que justificam a implementação da Manutenção Preditiva são em relação à segurança pessoal e operacional, qualidade do produto, redução de custos através das monitorações que geram a redução de intervenções desnecessárias e manter o equipamento operando por um tempo maior e de forma mais segura (KARDEC; NASCIF, 2009 *apud* COSTA, 2017).

2.1.4 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

A partir de 1969, a Nippondenso, pertencente ao grupo Toyota, introduziu a Manutenção Produtiva Total, designada por TPM, por meio da evolução da Manutenção Produtiva. Pode ser definida como o conjunto de atividades para atingir a máxima eficiência global dos equipamentos e maximizar o ciclo total de vida útil dos mesmos, buscando por perda zero no sistema produtivo (YAMAGUCHI, 2005).

Segundo Takahashi e Osada (1993, p.2) *apud* Rosa e Morales (2006): “TPM é um conjunto de atividades de gerenciamento voltadas para o equipamento, visando atingir a sua utilização máxima. Para tanto, promovem a integração de todos os funcionários”.

Em 1989, o JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) definiu que a TPM busca atingir zero quebra/falha e acidente, criando assim, metas de manutenções preventivas e

preditivas de acordo com as mudanças do equipamento. Ressaltou também que é necessário o envolvimento de todos os departamentos e participação de todos os colaboradores na implementação, desde a alta direção até o nível operacional (ROSA; MORALES, 2006).

Considerando que as falhas podem ser relacionadas ao comportamento organizacional da empresa, é importante o entendimento de todos os envolvidos com os equipamentos de forma direta ou indireta, de forma que se ajudem mutuamente na eliminação das falhas (SUZAKI, 1987, p.122 *apud* MORAES, 2004).

De acordo com Moraes (2004) *apud* Marocco (2013), na década de 80 a Manutenção Produtiva Total divide as perdas em seis tipos: perda por quebra ou falha, perda por preparação e ajuste, perda por operação em vazio e pequenas paradas, perda por velocidade reduzida, perda por defeitos no processo e perda no início da produção. Já na década de 90, as perdas se tornaram mais abrangentes, se preocupando com o sistema de produção. Assim, as oito perdas ligadas aos equipamentos, que podem ser por problemas de instalação e configuração, quebra ou falha, por mudanças de ferramentas, estabilização no início de produção, por pequenas paradas e inatividade, por velocidade imprópria, por defeitos e retrabalhos e até perda por tempo ocioso. Ressalta-se também as cinco perdas relacionadas às pessoas, considerando perdas por mobilidade operacional, por desorganização da linha, por logística, por imprecisão nas medidas e ajustes dos equipamentos e falhas na administração e gestão dos recursos. Além disso, existem as perdas ligadas aos recursos físicos de produção, que podem ser por falha de energia, por falha e troca de matrizes, ferramentas e gabaritos e perda de tecnologia.

Segundo Moraes (2004), existem quatro gerações do TPM (Figura 2), sendo elas:

- **Primeira Geração:** No início, as ações eram voltadas para a maximização da eficiência global dos equipamentos, focando apenas em perdas por falhas;
- **Segunda Geração:** Se iniciou na década de 80, período em que o objetivo de maximização da eficiência passa a ser buscado por meio da eliminação das seis principais perdas, conforme citado acima;
- **Terceira Geração:** No final da década de 80 e início da década de 90, o foco para a maximização da eficiência deixa de ser somente o equipamento e passa a ser o sistema de produção. Assim, engloba as perdas ligadas ao equipamento, às pessoas e aos recursos físicos, conforme citado acima;
- **Quarta Geração:** Se iniciou a partir de 1999 e contempla uma visão mais estratégica de gerenciamento e o envolvimento também de setores como

comercial, de pesquisa e desenvolvimento de produtos, para eliminação de 20 grandes perdas divididas entre processos, inventários, distribuição e compras.

Figura 2 – As quatro gerações do TPM

	1ª geração 1970	2ª geração 1980	3ª geração 1990	4ª geração 2000
Estratégia	Máxima eficiência dos equipamentos		Produção e TPM	Gestão e TPM
Foco	Equipamento		Sistema de Produção	Sistema geral da Companhia
Perdas	Perda por falha	Seis principais perdas nos equipamentos	Dezesseis perdas (equipamentos, fatores humanos e recursos na produção)	Vinte perdas (processos, inventário, distribuição e compras)

Fonte: PALMEIRA (2002, p.92)

Apesar de que cada empresa, em função de sua cultura, tenha suas peculiaridades para a implementação do TPM, existem alguns princípios que são básicos e que são denominados os pilares de sustentação do TPM (Nakajima, 1989, p.42, JIPM, 2002, p.2 e PALMEIRA, 2002, p.113 *apud* Moraes, 2004).

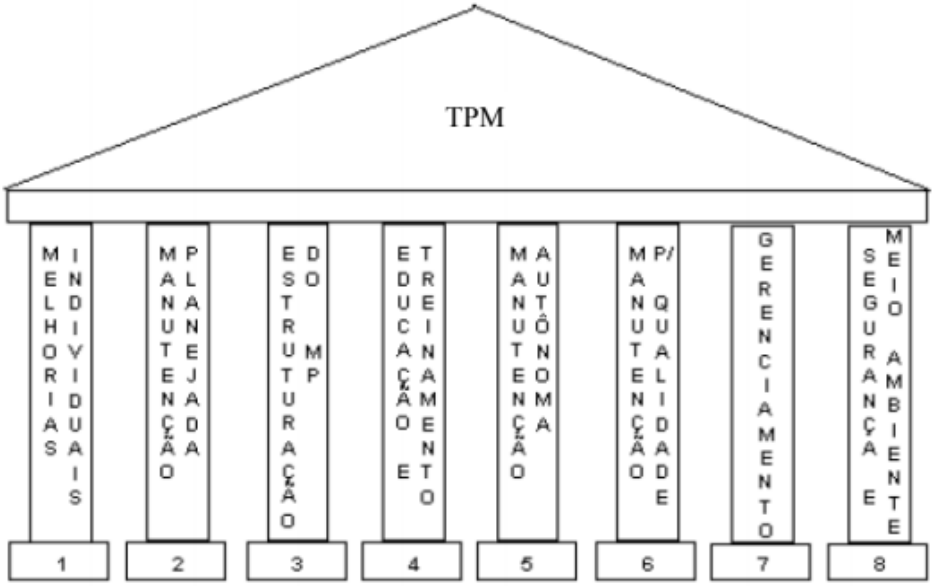
Os oito pilares de acordo com Nakajima (1989) e Palmeira (2002) *apud* Moraes (2004) podem ser visualizados na Figura 3 e são descritos como:

1) Pilar da Melhoria Focada ou Específica: Se refere à Manutenção Corretiva de Melhorias para perdas crônicas relacionadas aos equipamentos;

2) Pilar da Manutenção Planejada: Trata da gestão e das rotinas de manutenção preventiva planejadas. Tem o objetivo de proporcionar a melhoria contínua da disponibilidade, da confiabilidade e a redução de custos;

3) Pilar da Gestão Antecipada: Refere-se à prevenção da manutenção. O projeto de um novo equipamento deve levar em consideração o histórico de manutenção e a experiência dos colaboradores que vão operá-lo e repará-lo. O objetivo é procurar, desde o início, formas de construir uma máquina que seja mais fácil de manter e trabalhar;

Figura 3 – Os oito pilares da TPM



Fonte: Camargo 2012

4) Pilar do Treinamento e Educação: refere-se à aplicação de treinamentos técnicos e comportamentais para liderança, a flexibilidade e a autonomia das equipes;

5) Pilar da Manutenção Autônoma: Diz respeito aos treinamentos teóricos e práticos que darão aos operadores a capacidade de exercerem atividades referentes à manutenção proativamente e incrementando melhorias no dia a dia;

6) Pilar da Manutenção da Qualidade: Se refere à confiabilidade dos aparelhos e sua relação com a qualidade dos produtos e disponibilidade para uso;

7) Pilar da Melhoria dos Processos Administrativos: Os processos de gestão interferem diretamente na eficiência e produtividade das atividades operacionais. Fazer com que esses processos se aprimorem e reduzam seus desperdícios é objetivo deste pilar, conhecido como TPM de escritório.

8) Pilar da Segurança, Saúde e Meio Ambiente: Este se sustenta a partir das práticas dos outros pilares. Seu foco é na melhoria contínua das condições de trabalho da redução dos riscos ambientais e de segurança.

Para a implantação da TPM, Kardec e Nascif (2009) *apud* Costa (2017) apresenta as doze etapas esquematizadas conforme Figura 4.

Figura 4 – Implementação da TPM

Fase	Nº	Etapa	Ações
	1	Comprometimento da alta administração	• Divulgação da TPM em todas as áreas da empresa • Divulgação através de jornais internos
	2	Divulgação e treinamento inicial	• Seminário interno dirigido a gerentes de níveis superior e intermediário • Treinamento de operadores
	3	Definição do Órgão ou Comitê responsável pela implantação	• Estruturação e definição das pessoas do Comitê de Implantação
	4	Definição da Política e Metas	• Escolha das metas e objetivos a serem alcançados
	5	Elaboração do Plano Diretor de Implantação	• Detalhamento do plano de implantação em todos os níveis
Intro-dução	6	Outras atividades relacionadas com a introdução	• Convite a fornecedores, a clientes e empresas contratadas
	7	Melhorias em máquinas e equipamentos	• Definição de áreas e/ou equipamentos e estruturação das equipes de trabalho
	8	Estruturação da Manutenção Autônoma	• Implementação da Manutenção Autônoma, por etapas, de acordo com programa • Auditoria de cada etapa
	9	Estruturação do Setor de Manutenção e condução da Manutenção Preditiva	• Condução da Manutenção Preditiva • Sobressalentes, Ferramentas e Desenho...
	10	Desenvolvimento e capacitação de pessoal	• Treinamento de pessoal de operação para desenvolvimento de novas habilidades relativas a manutenção • Treinamento de pessoal de manutenção para análise, diagnóstico e etc. • Formação de líderes • Educação de todo o pessoal
	11	Estrutura para controle e gestão dos equipamentos numa fase inicial	• Gestão do fluxo inicial • LCC *(Life Cycle Cost)*
Con-soli-dação	12	Realização da TPM e seu aperfeiçoamento	• Candidatura ao Prêmio PM • Busca de objetivos mais ambiciosos

Fonte: KARDEC; NASCIF, 2009 (Adaptado)

De acordo com Slack *et al* (2006), o TPM visa estabelecer a boa prática de manutenção produção por meio de cinco metas:

1) Melhorar a eficácia dos equipamentos: Análise de todas as perdas que ocorrem, examinando como as instalações estão contribuindo para a eficácia da produção.
2) Realizar manutenção autônoma: Delegar ao pessoal da produção parte das atividades de manutenção. Da mesma forma que o pessoal da manutenção deve

se sentir responsável por parte das melhorias da produção e pela melhoria do desempenho da manutenção.

3) Planejar a manutenção: Todas as atividades de manutenção devem ter uma abordagem elaborada e planejada. Isto deve incluir as responsabilidades do pessoal de manutenção e operação, os padrões da manutenção preditiva e o nível de manutenção preventiva de cada componente do equipamento.
4) Treinar todo o pessoal em habilidades relevantes de manutenção: é necessário que tanto o pessoal de operação quanto o de manutenção tenham treinamento específico para lidar adequadamente com os reparos e os incrementos. É vital para a TPM forte ênfase nos treinamentos que devem ser adequados e contínuos.
5) Conseguir gerir os equipamentos logo no início: Deixar o corpo técnico de manutenção e operação influenciar no projeto do equipamento, manufatura e instalação. Desta forma, é possível fazer a prevenção de manutenção considerando as causas de falhas e a manutenibilidade durante a etapa de projeto.

2.2 OEE - EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS

O indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) foi introduzido por Seiichi Nakajima, que é um dos criadores da TPM, com o objetivo de avaliar a eficiência de um equipamento, a fim de verificar quais recursos necessitam de melhoria e, posteriormente, elaborar planos de ação (HANSEN, 2006; TSAROUHAS, 2015a *apud* SANTOS, 2019). Além disso, segundo Raposo (2011) *apud* Santos (2019, p. 169), o termo eficiência "está relacionado à redução ou eliminação das atividades que não agregam valor ao produto e que, portanto, são geradoras de custos".

De acordo com Corrêa e Corrêa (2007) *apud* Gambaro (2015), o resultado do OEE leva em consideração todos os impactos gerados na operação como consequência da indisponibilidade de seus recursos físicos.

Esse indicador deixou de ser apenas uma medição do TPM e passou a ser visto como uma importante ferramenta autônoma para as empresas medirem a real utilização de um equipamento (HANSEN, 2006 *apud* GAMBARO, 2015)

Segundo Amorim (2009) *apud* Gambaro (2015), o OEE é um indicador que mede o desempenho de forma "tridimensional", pois considera três dimensões diferentes: o tempo útil

que o equipamento tem para produzir, a eficiência em seu funcionamento e a qualidade do produto obtida no processo.

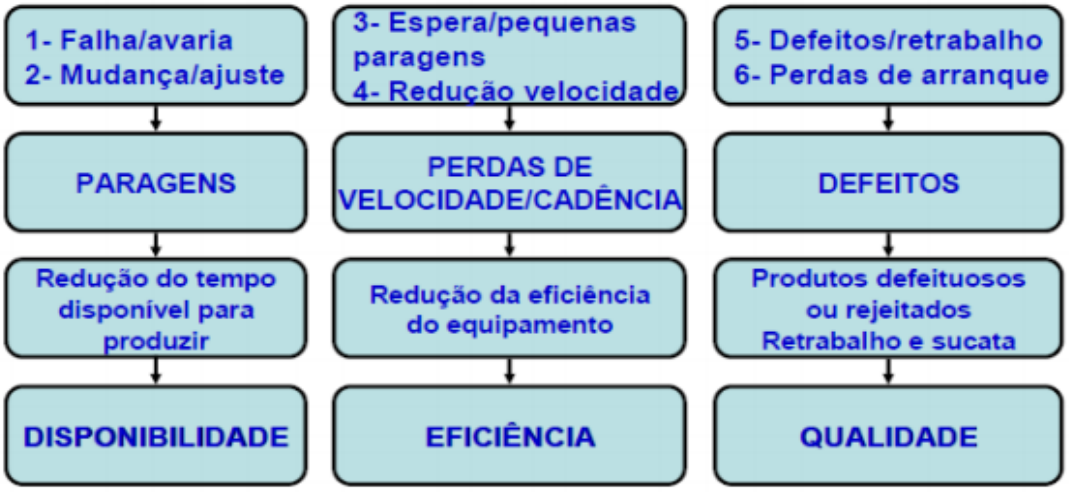
O OEE é capaz de medir as melhorias implementadas pela metodologia TPM, permitindo que as empresas façam uma análise das reais condições da utilização de seus ativos, que ocorrem a partir da identificação das perdas existentes em um ambiente fabril (RODRIGUES; FERRARIN; OLESKO, 2013).

De acordo com Amorim (2009) *apud* Costa (2017, p.45) é possível apresentar o conceito de OEE através da definição da "Máquina Perfeita" que é exemplificada da seguinte maneira:

> "Se durante um determinado período de tempo não existirem perdas de nenhum tipo, isto é, o equipamento esteve sempre apto a produzir quando necessário e produziu sempre produtos sem defeitos à primeira e à velocidade máxima definida, então diz-se que operou com 100% de eficiência global".

A Figura 5 mostra a relação entre os fatores para o cálculo do OEE e as seis grandes perdas associadas:

Figura 5 – Relação entre as seis grandes perdas e os fatores do OEE



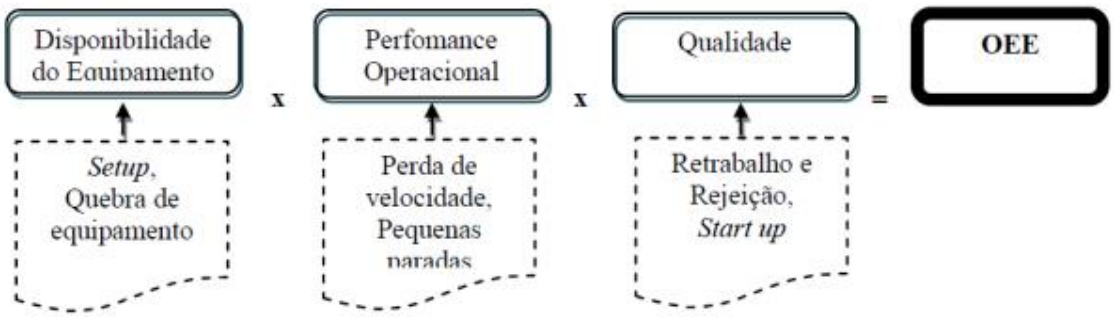
Fonte: AMORIM, 2009.

2.2.1 CÁLCULO DO OEE

De acordo com Corrêa (2017), o cálculo do OEE é feito através de três fatores: Disponibilidade, *Performance* e Qualidade.

Tais fatores estão representados na Figura 6:

Figura 6 - Dados para cálculo do OEE



Fonte: CÔRREA e CÔRREA, 2004 (adaptado).

A equação para o cálculo do OEE é dada por:

$$OEE = D \times P \times Q \qquad \text{Equação 1}$$

De acordo com Nakajima (1989) *apud* Gambaro (2015), um OEE de 85% deve ser buscado como meta ideal para os equipamentos, resultado apresentado pelas empresas ganhadoras do TPM Award (prêmio oferecido pelo JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance). Para alcançar esse valor, é preciso que o índice de disponibilidade seja de 90%, *performance* 95% e qualidade 99%.

- **Disponibilidade:**

O índice de disponibilidade revela o tempo em que o equipamento realmente operou e o quanto ele deveria ter operado (GAMBARO, 2015). É é representado por meio da Equação 2:

$$Disp.(\%) = \left(\frac{Tempo\ total\ disponível\ -\ paradas\ planejadas\ -\ paradas\ não\ planejadas}{Tempo\ total\ disponível\ -\ paradas\ planejadas}\right) \times 100$$

Equação 2

O tempo total disponível é o tempo teórico disponível para produção sem descontar nenhum tipo de perda. Já as paradas planejadas são aquelas paradas para almoço, descanso, manutenção programada, troca de operadores, reuniões planejadas, troca de produtos e outras paradas que estão previstas anteriormente. As paradas não planejadas são aquelas com manutenções emergenciais, troca de ferramental, falhas do equipamento, erros humanos,

matéria prima fora de especificação, falta de suprimentos para a operação, falta de operador, entre outras paradas inesperadas. Assim, é a porcentagem de tempo que a máquina esteve disponível para produção em relação ao tempo planejada para isso (GAMBARO, 2015).

- ***Performance*:**

A *Performance* nos diz quão bem o equipamento produziu, enquanto estava produzindo, estando relacionado com a velocidade de operação do equipamento. Esse índice compara a quantidade produzida com a quantidade teórica que poderia ter sido produzida, independente da qualidade do produto (PEREIRA; DA SILVA; TROIAN, 2015).

Seu cálculo é feito por meio da Equação 3:

$$Perf.(\%) = \left(\frac{Quantidade\ produzida\ real}{Quantidade\ produzida\ teoricamente\ no\ tempo\ total\ disponível}\right) \times 100$$

Equação 3

A *performance* avalia a velocidade de produção e seu resultado é afetado pelas pequenas paradas que acabam não sendo registradas. A quantidade produzida real é o tempo realmente produzido/ciclo real. Já a quantidade produzida teoricamente no tempo total disponível, é o tempo total disponível/ciclo considerado ideal. Em outras palavras, é quanto você produziu em relação a quanto deveria produzir (GAMBARO, 2015).

- **Qualidade:**

Antes de um determinado produto ser produzido, vários parâmetros são definidos pelo Departamento de Engenharia da Empresa. Espera--se que todos os produtos estejam em conformidade com as especificações, garantindo assim a qualidade do mesmo. Os materiais produzidos que não estão em conformidade com as especificações pré estabelecidas são considerados como refugo (MATIAS, 2016).

O cálculo do fator qualidade é dado pela Equação 4.

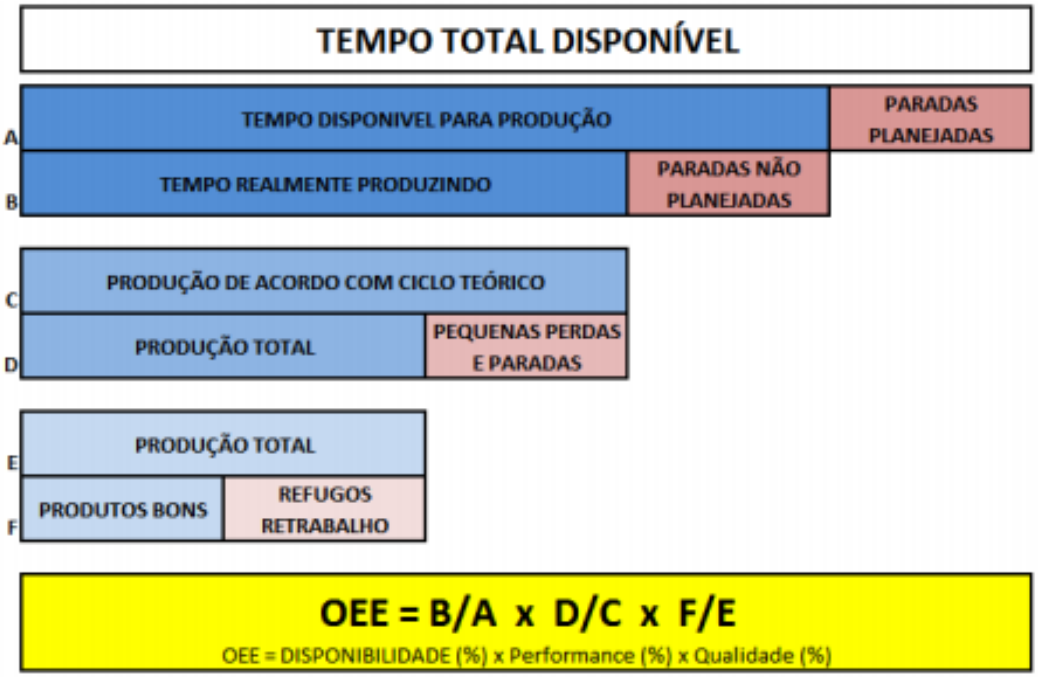
$$Qual.(\%) = \left(\frac{Total\ de\ peças\ produzidas\ -\ (total\ de\ refugos\ e\ trabalhos)}{Total\ de\ peças\ produzidas}\right) \times 100$$

Equação 4

Esse índice evidencia a porcentagem de peças boas da produção, ou seja, do total produzido, qual a porcentagem de peças que são aprovadas pelo controle de qualidade e serão realmente utilizadas ou vendidas (GAMBARO, 2015).

Desta forma, o cálculo final do OEE pode ser representado pelo esquema da Figura 7.

Figura 7 - Esquema representativo para cálculo do OEE



Fonte: GAMBARO, 2015.

2.2.2 ATUAÇÃO NAS SEIS GRANDES PERDAS PARA MELHORAR O OEE

De acordo com Amorim (2009) *apud* Costa (2017), a melhoria do OEE é um processo contínuo. Assim, quanto maior o índice de OEE mais difícil será aumentá-lo.

A Figura 8 apresenta estratégias atuantes nas seis grandes perdas que ajudam no processo de melhoria contínua do OEE.

Figura 8 - Estratégia para eliminação das seis grandes perdas

Perdas	Estratégias de Eliminação/ redução	Estratégia de prevenção	Ferramentas aplicáveis
1 - Avarias	• Reparar rápida e eficazmente • Detectar e corrigir as causas das avarias	• Manutenção preventiva • Manutenção preditiva • Manutenção autônoma • RCM - Manutenção Centrada na Confiabilidade	• 5S • FTA - Análise da árvore de falhas • Análise P-M • Diagrama Ishikawa
2 - Mudança, afinação e outras paragens	• Reduz tempo de mudança	• Conceber ou alterar equipamentos incorporando técnicas SMED • Equipamentos monoproduto (sem necessidade de mudança)	• SMED • Poka-Yoke • Sistemas visuais • Sistemas no local da utilização • Liçoes de tema único • Trabalho padronizado
3 - Pequenas paragens	• Eliminação das perdas de paragens	• RCM - Manutenção Centrada na Confiabilidade • Automação • Autonomação • Modificar equipamentos para alimentação contínua	• 5S • FTA - Análise da árvore de falhas • Análise P-M • Kaizen • Diagrama Ishikawa • Formação e treino • Liçoes de tema único • Trabalho padronizado • Diagrama de Pareto
4 - Redução de velocidade	• Balanceamento das linhas de produção	• Engenharia da fiabilidade	• 5S • FTA - Análise da árvore de falhas • Kaizen
5 - Defeitos e retrabalho	• Detectar e corrigir as causas dos problemas de qualidade	• Manutenção da qualidade • Ações preventivas • Autonomação	• CEP - Controle estatístico do processo e do produto • Qualidade na origem • Seis-Sigma • Poka-Yoke • Trabalho padronizado • Kaizen
6 - Perdas de arranque	• Detectar e corrigir as causas das perdas	• Estudar e implementar as condições ideias de arranque • Modificar equipamentos e ferramentas	• SMED • Formação e treino • Liçoes de tema único • Trabalho padronizado • Kaizen

Fonte: AMORIM, 2009 (Adaptado).

2.2.3 IMPLEMENTAÇÃO DO OEE

Para fazer a implementação do OEE em uma empresa, é necessário fazer uma avaliação das necessidades, definição dos objetivos aos quais se pretende alcançar e elaboração de um plano para execução da implementação. (AMORIM, 2009 *apud* COSTA, 2017).

De acordo com Raposo (2011) *apud* Costa (2017), existem onze etapas para que a implementação do OEE seja realizada com sucesso. Estas etapas estão descritas a seguir:

- 1ª etapa: Implementação do indicador OEE por todos os setores da organização seja manutenção, operação, contábil, desde a alta administração até o chão de fábrica, através de treinamentos;
- 2ª etapa: Definição de uma equipe dentro do setor de produção, pelo gestor, para ser responsável pela medição e acompanhamento dos resultados do indicador OEE;
- 3ª etapa: Realização de crono análise em todas as linhas de produção;
- 4ª etapa: Identificação do equipamento que é definido como o gargalo de cada linha de produção, ou seja, o equipamento com maior tempo de ciclo que retarda a produção;
- 5ª etapa: Identificação das perdas no processo e a codificação dessas perdas. Nesta etapa é importante o auxílio dos operadores da produção, visto que estão mais familiarizados com o processo;
- 6ª etapa: Criação de um documento de formato padrão que possa ser utilizado na coleta de informações para a obtenção do indicador OEE e a utilização de um sistema de armazenamento, cálculo e controle de dados;
- 7ª etapa: Treinamento de todos os colaboradores envolvidos no processo, de forma que possam entender melhor os conceitos e os cálculos para obter o resultado do indicador OEE;
- 8ª etapa: Desenvolvimento de controles visuais que mostram a evolução do indicador OEE e os motivos dos seus retrabalhos;
- 9ª etapa: Realização de atividades, reuniões de operadores e representantes de todas as áreas envolvidas diariamente para discussão dos resultados de OEE do dia anterior;
- 10ª etapa: Elaboração de documento padronizado apresentando informações sobre os problemas identificados. É necessário entregar o mesmo ao representante da área responsável para que sejam tomadas decisões corretivas ou preventivas;
- 11ª etapa: validação das ações realizadas através de acompanhamento e realização de novas medições do indicador OEE

2.3 O MÉTODO PDCA E AS FERRAMENTAS PARA CONTROLE E MELHORIA DA QUALIDADE

Devido ao fato de as organizações estarem inseridas em um mercado amplamente competitivo, a qualidade deixou de ser apenas uma conformidade à especificação e passou a ser um fator estratégico para aumentar a competitividade e produtividade das empresas (PORTO, 2017). Anteriormente, a função qualidade era somente do setor produtivo e de operações. Porém, hoje ela necessita estar em todos os âmbitos da organização, tendo a sua devida importância (GARVIN, 2002 *apud* PORTO, 2017).

A utilização de ferramentas da qualidade permite uma maior rapidez e transparência na comunicação e, consequentemente, uma maior agilidade na tomada de decisões e proporciona o desenvolvimento de ações de melhoria nas empresas (ENAP, 2015).

As ferramentas básicas da qualidade são: estratificação, folha de verificação, Diagrama de Pareto, Diagrama de causa e efeito, histogramas, Diagrama de dispersão e gráficos de controle (CARPINETTI, 2016). Outras ferramentas utilizadas com frequência, e que muitas vezes se confundem com as ferramentas básicas são: 5S, mapeamento de processos, 5W2H, 5 porquês, *brainstorming*.

2.3.1 BRAINSTORMING

O *Brainstorming* é uma técnica de ideias em grupo que envolve a contribuição espontânea de todos os participantes, proporcionando soluções criativas e inovadoras para os problemas. O clima de motivação e envolvimento gerado pelo *Brainstorming* assegura uma qualidade melhor nas decisões tomadas pelo grupo, maior comprometimento com a ação e um sentimento de responsabilidade compartilhado por todos (SEBRAE, 2005).

Também conhecida como “tempestade de ideias”, apresenta os seguintes benefícios: fornecer com rapidez um grande número de ideias; estimular a criatividade e o envolvimento dos participantes; desenvolver a sensação de propriedade. Além disso, para utilizar o *brainstorming*, é necessário apresentar os objetivos com clareza, enfatizar a quantidade e não a qualidade das ideias, evitar julgamentos, se inspirar nas ideias que surgirem, escrever o que os integrantes dizem sem interpretar e garantir a participação ativa de todos (TOLEDO *et al*, 2017).

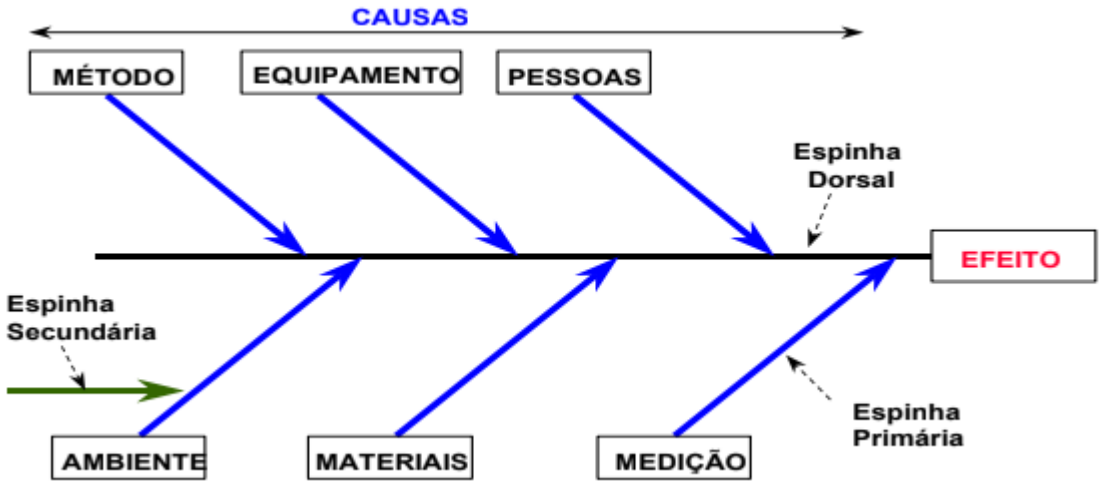
2.3.2 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

O diagrama de causa e efeito é também conhecido como “Diagrama de Ishikawa” sendo uma homenagem ao criador da ferramenta, Kaoru Ishikawa. Devido ao seu formato físico, é também conhecido como “Diagrama Espinha de Peixe” (MIGUEL, 2006 *apud* TAVEIRA, 2018).

De acordo com Porto (2017), é uma ferramenta gráfica que ajuda a identificar, classificar e expor as possíveis causas de um problema. Além disso, segundo Junior (2010) *apud* Taveira (2018), o diagrama é uma forma representativa para analisar fatores que influenciam um determinado objeto de estudo (causas) sobre um determinado problema (efeito).

A estrutura básica de um diagrama de causa e efeito pode ser verificada Figura 9.

Figura 9 - Diagrama de Ishikawa - Modelo



Fonte: Adaptado de Farias Filho (2000) *apud* Porto (2017)

É muito importante ter a participação do maior número de pessoas possível na construção do diagrama, que conheçam o processo e não omitam as principais causas do problema (PORTO, 2017).

Além disso, segundo Porto (2017), para a construção do diagrama, as seguintes etapas devem ser seguidas:

1. Identificação e definição dos efeitos: Decidir qual efeito examinar e desenvolver as definições claramente. Pode ser um objetivo (positivo) ou um problema (negativo);
2. Preenchimento da caixa de “efeito” e, posteriormente, ligar à “espinha”;

3. Identificar as “caixas” principais, levando em consideração os “6Ms” (mão de obra, máquina, material, método, medição e meio ambiente).
4. Identificar as possíveis causas que podem influenciar no efeito;
5. Adicionar níveis de detalhes;
6. Analisar o diagrama.

2.3.3 5 PORQUÊS

O método dos 5 porquês, utilizada no sistema Toyota de Produção, é utilizado para chegar à verdadeira causa raiz do problema, que normalmente está escondido através de sintomas óbvios (OHNO, 1997 *apud* COSTA; MENDES, 2018).

A ferramenta consiste em formular a pergunta “Por quê” cinco vezes, para compreender a causa raiz do que aconteceu. Porém, nada impede que mais ou menos do que cinco perguntas sejam feitas. O número cinco se originou da observação de Ono, que considerou essa quantidade como suficiente para se chegar a causa raiz (COSTA; MENDES, 2018).

Como se trata de uma sequência de perguntas ordenadas, a pergunta seguinte sempre se refere a resposta dada anteriormente e a tendência é a identificação de uma grande variedade de causas relacionadas ao tema que está sendo discutido (ENAP, 2015).

Para aplicação dessa ferramenta, o grupo de trabalho deve analisar as possíveis causas de um problema de maneira crítica, considerando a sua real participação no problema analisado. Apesar de ser uma técnica simples, o método dos “5 Porquês” costuma apresentar resultados significativos (WERKEMA, 1995 *apud* ALMEIDA *et al*, 2014).

2.3.4 5W2H

De acordo com Porto (2017), é uma ferramenta para planejar a implementação de uma solução, podendo ser utilizada em todas as etapas de análise e melhoria dos processos.

A técnica origina-se de sete perguntas em inglês. São elas: Who, Where, Why, What, When, How much e How. Por isso, ela é conhecida como 5W2H. Essa técnica pode ser utilizada tanto para a análise de processos quanto para o planejamento de melhorias, sendo a forma mais simples de elaborar um plano de ação (ENAP, 2015).

Segundo Carpinetti (2016), o planejamento da solução deve ser elaborado em resposta às seguintes perguntas:

- “What” (O quê): qual ação será implementada?

- “When” (Quando): quando a ação será realizada (data de início e fim)?
- “Who” (Quem): quem será o responsável por garantir a implementação?
- “Why” (Por quê): justificativa para a implementação da ação?
- “Where” (Onde): onde (unidade, processo ou área) a ação será implementada e desenvolvida?
- “How” (Como): como a ação será implementada?
- “How Much” (Quanto): quantos recursos a ação irá demandar?

Figura 10 - Plano de Ação utilizando o 5W2H

PLANOS DE AÇÃO

Responsável Geral: _____

O QUE	QUEM	QUANDO	ONDE	POR QUÊ	COMO	QUANTO

Fonte: A autora

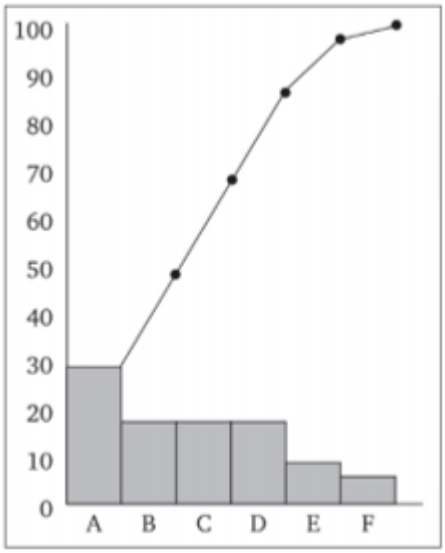
2.3.5 DIAGRAMA DE PARETO

Além de utilizar as ferramentas da qualidade para identificar a causa raiz dos problemas, é importante também identificar quais são as causas que geram maior impacto e que devem ser priorizadas. Por isso, analisar o Diagrama de Pareto é muito importante para a tomada de decisão (LIMA, 2018).

O gráfico de Pareto relaciona o problema com sua frequência. Ao analisar o gráfico, é possível perceber que aproximadamente 20% das causas são responsáveis por 80% dos problemas. (LAS CASAS, 2012 *apud* LIMA, 2018).

A Figura 11 demonstra que ao eliminar as causas A, B, C e D já é suficiente para combater 80% do problema.

Figura 11 – Gráfico de Pareto



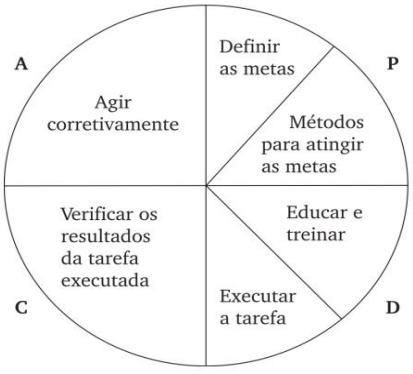
Fonte: LAS CASAS, 2012.

2.3.6 PDCA

O método do PDCA tem como função auxiliar o diagnóstico, a análise e o prognóstico de problemas organizacionais, sendo útil para a solução de problemas. É considerada uma metodologia bastante efetiva, visto que conduz as ações sistemáticas que agilizam a obtenção de melhores resultados com a finalidade de garantir a sobrevivência e o crescimento das organizações (QUINQUIOLO, 2002 *apud* JUNIOR, 2010).

De acordo com Porto (2017), o PDCA possui características construtivas que lhe conferem uma forma circular (Figura 11), podendo classificá-lo como instrumento de aplicação cíclica e, de certa forma, contínua e constante. Ao ser adotada e aplicada nas organizações, a ferramenta foi designada como “giro no PDCA”.

Figura 12 - Ciclo PDCA



Fonte: CARPINETTI (2016)

Segundo Andrade (2003) *apud* Junior (2010), o ciclo PDCA está dividido em quatro fases bem definidas e distintas, sendo elas:

1. *Plan* (Planejar): Definir os objetivos e os processos que são necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e a estratégia da organização. Esta etapa inclui a identificação do problema, a definição de uma meta, a análise do fenômeno, a análise do processo (utilizando do Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Ishikawa) e a elaboração do plano de ação;
2. *Do* (Fazer): Executar as ações estabelecidas no plano de ação que foram definidas na fase anterior de acordo com o cronograma previamente determinado, sendo que todas as ações devem ser registradas e gerenciadas;
3. *Check* (Checar): Realizar a verificação da eficácia das ações tomadas na fase anterior. É necessário fazer uma comparação dos resultados (planejados e executados), listagem dos efeitos secundários (oriundos das ações executadas) e verificação da continuidade ou não do problema (eficácia das ações tomadas);
4. *Action* (Agir): Padronizar os procedimentos implantados na fase "*Do*", ou seja, sendo o resultado satisfatório, deve-se padronizar essas ações, transformando-as em procedimentos padrão. Para isso, é necessário fazer a elaboração ou alteração do padrão, comunicação, treinamento e acompanhamento da utilização do mesmo. Nessa etapa ocorre também a conclusão do projeto, sendo que poderão ser estipuladas novas metas, para que o processo de melhoria contínua possa ser desencadeado.

De acordo com Cruz (2018), o PDCA foi desenhado para ser dinâmico. O círculo faz com que o fim de cada giro seja o início do próximo giro, e assim sucessivamente.

Relacionando este conceito com a melhoria da qualidade, o processo pode ser sempre reexaminado e um novo processo de mudança ser iniciado, buscando sempre melhores níveis de qualidade.

Como este trabalho utiliza a metodologia do PDCA na pesquisa-ação e tem foco nas ferramentas da qualidade, serão identificadas e detalhadas quais são mais recomendadas para se utilizar em cada etapa do ciclo.

1. **Fase Planejar (Plan):** As ferramentas da qualidade que são utilizadas nesta fase conforme Neto (2007) *apud* Cruz (2018), tem o objetivo de definir claramente o problema que está ocorrendo e reconhecer a importância que cada problema tem com base nos seus efeitos.

Identificação do Problema:

- Gráfico Sequencial: De acordo com Aguiar (2012) *apud* Cruz (2018), essa ferramenta tem o objetivo de organizar de forma temporal as ocorrências de interesse. A visualização do comportamento da característica é facilitada, pois apresenta as informações de forma clara e visual tornando assim mais fácil a interpretação;
- Histograma: Tem o objetivo de resumir informações de um alto volume de dados de forma que facilite a visualização da sua distribuição (CRUZ, 2018). Além disso, é possível analisar a localização do valor central e a dispersão dos dados em torno deste valor central, sendo necessário estar representados os limites de especificação que foram estabelecidos para a característica que está sendo analisada (SILVA,2006 *apud* CRUZ, 2018);

Análise do Fenômeno:

- Gráfico de Pareto: De acordo com Silva (2006) *apud* Cruz (2018), esta ferramenta auxilia na visualização das poucas causas que são vitais ao problema, visto que a maioria das causas são triviais. Essa ferramenta indica que em grande parte das iniciativas de melhoria, poucos defeitos representavam 80% dos problemas de qualidade, ou seja, em torno de 20% dos defeitos são responsáveis por 80% dos problemas. O gráfico expõe em ordem decrescente as causas mais significativas e qual o peso delas em relação aos problemas;
- Diagrama de Árvore: Essa ferramenta ajuda a visualizar os desdobramentos de um problema focado no objetivo de simplificar e priorizar a solução do problema que está sendo analisado (AGUIAR, 2012 *apud* CRUZ, 2018);

Análise do Processo:

- Técnica dos 5 Porquês: Conforme dito anteriormente no tópico 2.3.3, a ferramenta consiste em formular a pergunta “Por quê” cinco vezes, para compreender a causa raiz do que aconteceu. Porém, nada impede que mais ou menos do que cinco perguntas sejam feitas (COSTA; MENDES, 2018);
- Fluxograma: De acordo com Cruz (2018) é a representação gráfica das etapas a serem percorridas em um determinado processo a fim de conhecer e entender sua sequência. É uma forma de dispor e documentar o funcionamento de um processo com relação ao problema que deseja ser tratado de forma a entender como esse funciona;

- Diagrama de Causa e Efeito: Conforme dito anteriormente no tópico 2.3.2, o diagrama é uma forma representativa para analisar fatores que influenciam um determinado objeto de estudo (causas) sobre um determinado problema (efeito) (JUNIOR, 2010 *apud* TAVEIRA, 2018);

Estabelecimento do Plano de Ação:

- 5W2H: Como citado no tópico 2.3.4, a técnica origina-se de sete perguntas em inglês. São elas: Who, Where, Why, What, When, How much e How (5W2H). Essa técnica pode ser utilizada tanto para a análise de processos quanto para o planejamento de melhorias, sendo a forma mais simples de elaborar um plano de ação (ENAP, 2015).

2. **Fase Fazer (*Do*):** O objetivo de utilizar as ferramentas da qualidade nesta etapa do PDCA é de acompanhar a execução dos planos de ação e coletar os dados após a execução das mesmas.
    - Farol de Atenção: De acordo com Campos (2001) *apud* Cruz (2018), o intuito desta ferramenta é fornecer um recurso visual que tem o objetivo de chamar atenção para o *status*, seja ele positivo ou negativo. Este recurso é útil para sinalizar várias situações, como por exemplo, para monitorar ações e controlar seus prazos;
    - Cartas de Controle: Esta ferramenta mostra os pontos amostrais que foram obtidos através de medições de determinada característica da qualidade ao longo do tempo e a variação que essas amostras apresentam. Além disso, apresentam os limites superiores e inferiores dentro dos quais os valores amostrais devem se encontrar para que o processo esteja dentro do esperado (NEVES, 2007 *apud* CRUZ, 2018).
3. **Fase Verificar (*Check*):** De acordo com Campos (2001) *apud* Cruz (2018), as ferramentas devem auxiliar na verificação da efetividade das ações para o alcance das metas propostas.
    - Capacidade do Processo: A ferramenta verifica se as especificações dos produtos estão sendo cumpridas após a implementação das ações que buscavam esse objetivo (CRUZ, 2018). Além disso, aponta a centralização do processo em torno do valor nominal. O valor da capacidade do processo (CP) indica que o processo não é capaz, se o valor for menor que 1, ou que o processo é capaz, quando o valor do CP é maior que 1. Quando o CP é igual a 1 representa que o

processo produz exatamente conforme as especificações (AGUIAR, 2012 *apud* CRUZ, 2018).

4. **Fase Agir (*Act*):** De acordo com Cruz (2018), caso tenha sido verificado na etapa anterior que o objetivo não foi atingido com as ações implementadas, deve ser feito novamente o giro do PDCA, repetindo todas as ferramentas que foram citadas. Caso haja sucesso nas ações que foram implementadas, essas devem ser mantidas, e para isso, são utilizadas ferramentas que auxiliam no processo de padronização dessas ações. Segundo Neves (2007) *apud* Cruz (2018), essas ferramentas são: 5W2H, fluxogramas, lista de verificações e cartas de controle, todas já abordadas anteriormente.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

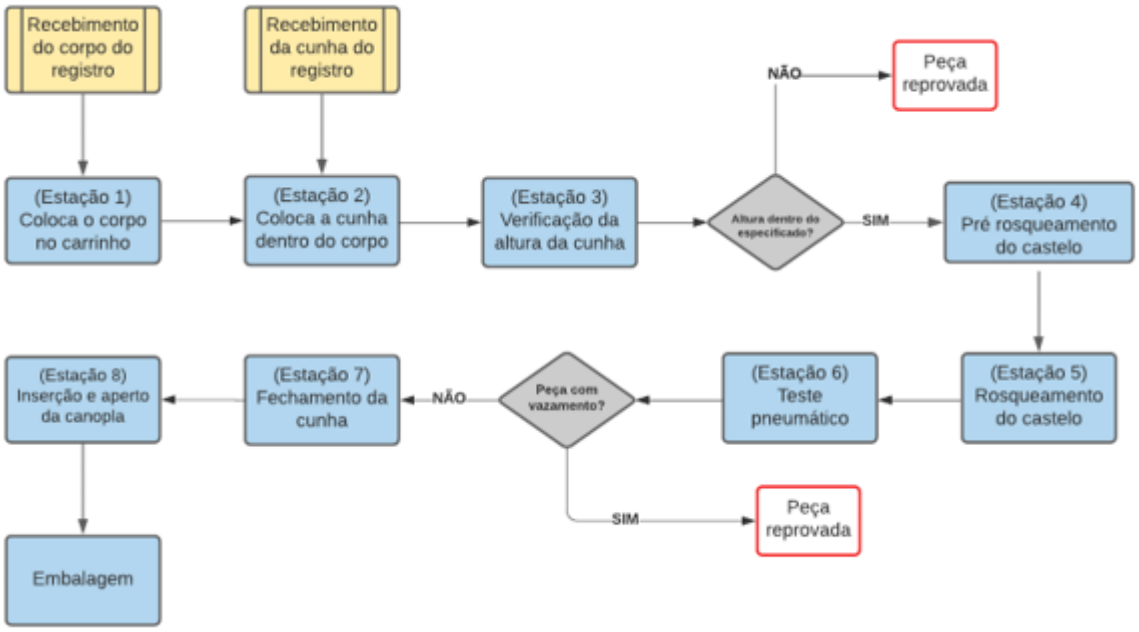
3.1 A EMPRESA E O PROCESSO

A empresa em questão é do setor de louças e metais sanitários e está localizada no estado de São Paulo, atuando no Brasil desde 1947. Atualmente é líder no mercado brasileiro e possui fábricas nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul, sendo também a maior fabricante do setor no Hemisfério Sul.

O processo produtivo que foi analisado se refere à uma máquina que produz registros de gaveta de ¾". É importante ressaltar que o equipamento em questão recebe a cunha e o corpo já usinados e o castelo já montado de outras máquinas, sendo estes componentes usados para montagem do registro de gaveta. O corpo e a cunha são abastecidos em duas esteiras diferentes que fazem parte do início do processo e o castelo é abastecido em uma outra estação pelo operador.

A Figura 13 representa o fluxograma do processo produtivo do registro de gaveta em questão:

Figura 13 – Fluxograma do Processo



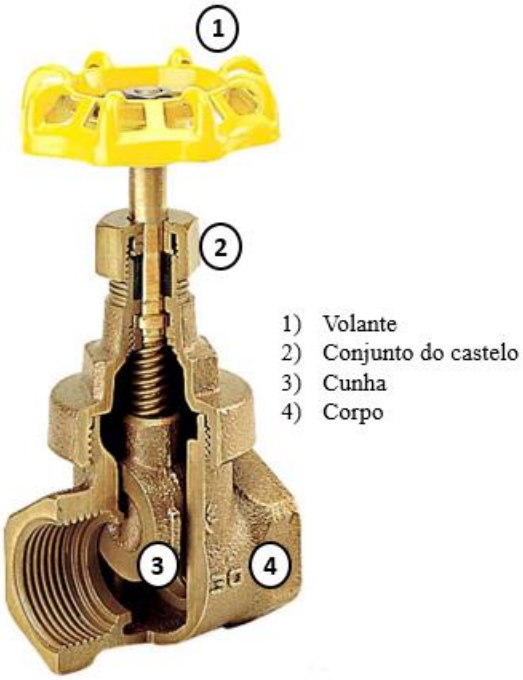
Fonte: A autora

Na célula de montagem do registro de gaveta, o processo se inicia quando o manipulador retira o corpo da primeira esteira e coloca no berço da máquina. Em seguida, outro

manipulador retira a cunha da segunda esteira e coloca dentro do corpo. Em uma terceira etapa, ocorre a verificação da altura da cunha em relação ao corpo. Caso esteja fora da especificação, a peça é reprovada. Se não, ela segue no processo para a etapa em que o manipulador coloca o castelo na parte superior do corpo, fazendo um pré-rosqueamento e puxando a cunha para cima. Em seguida é realizada a fase do torque, em que ocorre o rosqueamento total do castelo no corpo. Na estação seguinte é realizado o teste pneumático, que verifica se tem algum vazamento externo na peça ou algum erro de montagem. É importante ressaltar que nessa etapa são testadas duas peças por vez, para que a atividade não se torne um gargalo, visto que é a que possui maior tempo de ciclo. Caso a peça seja reprovada nesta etapa, ela sai da linha e ocorre uma análise para saber qual o tipo do defeito. Se ela for aprovada, segue para a etapa de fechamento da cunha e em seguida, ocorre a inserção da canopla e o aperto da mesma. Por fim, a peça segue para a etapa de embalagem e expedição.

A Figura 14 exemplifica o registro de gaveta e os seus componentes:

Figura 14 - Registro de Gaveta



Fonte: Adaptado de Telhanorte (2021)

O equipamento em questão não conseguia atingir a produção horária e, ao analisar o OEE, foi identificado uma variação média de ritmo mensal de 163h referentes a pequenas paradas. Essa variação correspondia a 83.277 peças que deixavam de ser produzidas por mês,

sendo o OEE do equipamento 54,17% e a *performance* 67,4%. Segundo Gambaro (2015), a *performance* de um equipamento é afetada pelas pequenas paradas que acabam não sendo registradas.

É importante ressaltar que o tempo produtivo bruto e líquido do equipamento eram considerados iguais internamente, visto que o OEE estava em fase de implementação na empresa e os operadores ainda não registravam os refugos e retrabalhos, até que se tivesse controle sobre esse indicador.

3.2 PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DO PROJETO

Conforme foi citado no item 1.5, Tripp (2005, p.445) explica que a pesquisa-ação segue um ciclo de investigação onde se monitora e descreve os efeitos das ações, analisando os resultados e, em seguida, planeja e implementa as melhorias.

É importante ressaltar que o projeto seguiu o ciclo do PDCA e, de acordo com Quinquiolo (2002) *apud* Junior (2010) no item 2.3.6, essa metodologia é bastante efetiva visto que conduz as ações sistemáticas que agilizam a obtenção de melhores resultados com a finalidade de garantir a sobrevivência e o crescimento das organizações. Segue o detalhamento de quais ferramentas foram utilizadas e quais ações foram feitas em cada etapa:

1. **Planejar (*Plan*):** Utilizou-se *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês e 5W2H.
2. **Fazer (*Do*):** Execução dos planos de ação utilizando o farol de atenção. Conforme citado, de acordo com Campos (2001) *apud* Cruz (2018), o intuito desta ferramenta é fornecer um recurso visual que tem o objetivo de chamar atenção para o *status*, seja ele positivo ou negativo. Este recurso é útil para sinalizar várias situações, como por exemplo, para monitorar ações e controlar seus prazos. Além disso, foi feita a revitalização do TPM, atualizando o *check list* de limpeza, o plano de inspeção do equipamento e realizando o treinamento dos operadores.
3. **Verificar (*Check*):** Os resultados foram verificados.
4. **Agir (*Act*):** Ocorreu a padronização das ações implementadas.

3.2.1 – Fase P (Plan)

Inicialmente, ocorreu a etapa de observação do processo para entendimento do fluxo produtivo. Em paralelo, foi feita uma listagem das anomalias e os principais motivos das

pequenas paradas. Foi utilizada a metodologia *brainstorming* com os operadores, para entender qual era a percepção deles sobre os principais motivos de parada da máquina. De acordo com o Sebrae (2005) no item 2.3.1, o envolvimento gerado pelo *Brainstorming* assegura uma qualidade melhor nas decisões tomadas pelo grupo, maior comprometimento com a ação e um sentimento de responsabilidade compartilhado por todos.

Feito esse alinhamento, ocorreu a etapa de coleta de dados, onde foram listadas as principais causas de parada da máquina definidas anteriormente. Para identificar essas causas, em todas as paradas, os operadores passaram a registrar em um quadro, durante 13 dias, o motivo e momento de cada parada. Assim, foi possível obter a relação das causas de paradas da máquina que ocorriam com mais frequência conforme evidenciado na Figura 14.

No tópico 2.3.5, de acordo com Lima (2018), o Diagrama de Pareto é importante para identificar quais são as causas que geram maior impacto e que devem ser priorizadas na tomada de decisão. Apesar do Diagrama de Pareto utilizar uma relação mais próxima de 80%, a equipe analisou os dados fornecidos, o tempo para conclusão do projeto e os recursos envolvidos e decidiram por priorizar as quatro causas responsáveis por 50% das paradas do equipamento.

Figura 15 – Porcentagem de frequência das causas de parada

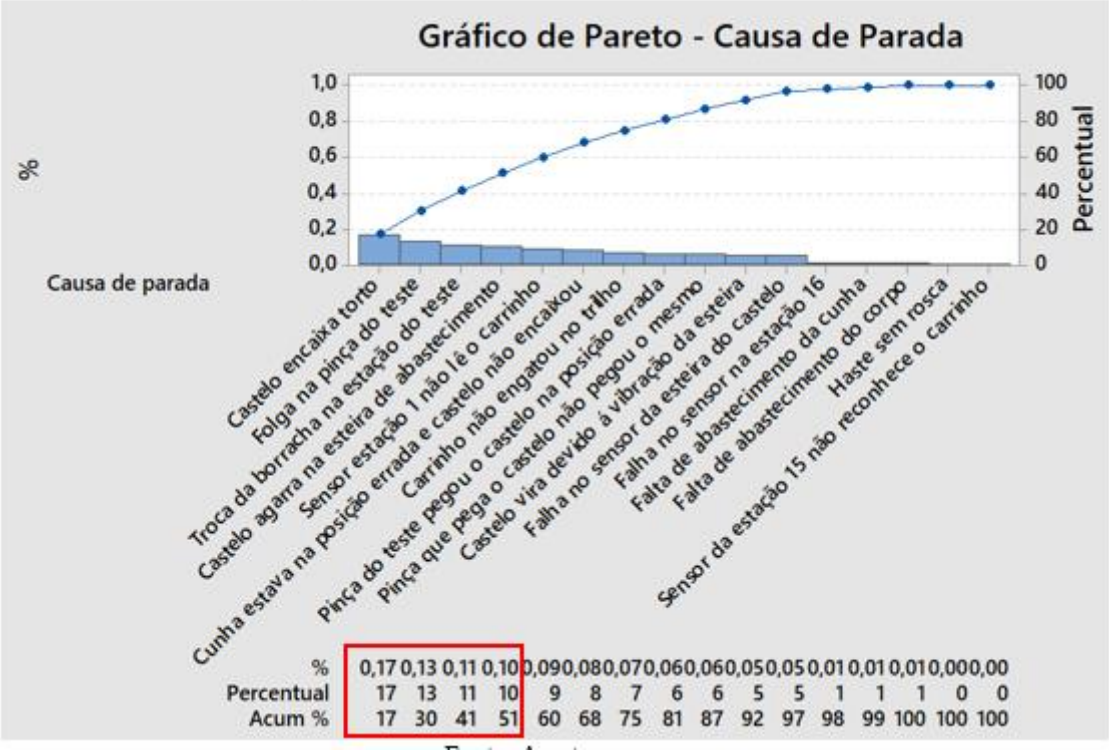
Causa de Parada	%
Castelo encaixa torto	17%
Folga na pinça do teste	13%
Troca da borracha na estação do teste	11%
Castelo agarra na esteira de abastecimento	10%
Sensor estação 1 não lê o carrinho	9%
Cunha estava na posição errada e castelo não encaixou	8%
Carrinho não engatou no trilho	7%
Pinça do teste pegou o castelo na posição errada	6%
Pinça que pega o castelo não pegou o mesmo	6%
Castelo vira devido á vibração da esteira	5%
Falha no sensor da esteira do castelo	5%
Falha no sensor na estação 16	1%
Falta de abastecimento da cunha	1%
Falta de abastecimento do corpo	1%
Haste sem rosca	0%
Sensor da estação 15 não reconhece o carrinho	0%

Fonte: A autora

Ao analisar os dados coletados (Figuras 14 e 15), pode-se perceber que “Castelo encaixa torto” foi a causa de parada que ocorreu com maior frequência e, por isso, foi priorizada.

Neste trabalho só será evidenciado as análises feitas para a causa “Castelo Encaixa Torto”, porém para o resultado final do projeto foram considerados os ganhos das 4 maiores causas de parada, evidenciadas nas Figuras 15 e 16. Assim, foi criada uma equipe multidisciplinar de análise de perdas, envolvendo manutenção, processos, melhoria contínua, supervisor de produção, setor de TPM e operadores.

Figura 16 – Gráfico de Pareto – Causa de Parada

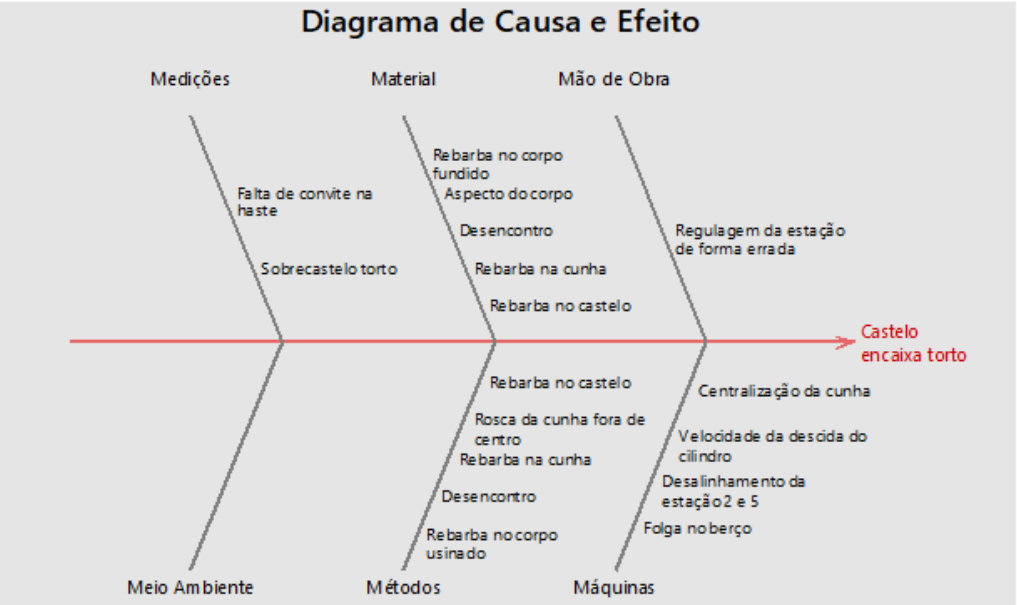


Fonte: A autora

Em seguida, foi utilizado o Diagrama de Ishikawa para analisar as causas do problema. De acordo com Junior (2010) *apud* Taveira (2018) no item 2.3.2, o diagrama é uma forma representativa para analisar fatores que influenciam um determinado objeto de estudo (causas) sobre um determinado problema (efeito).

A Figura 17 mostra o Diagrama montado pela equipe com as respectivas causas. Essas foram levantadas pela equipe ao se realizar um *brainstorming*.

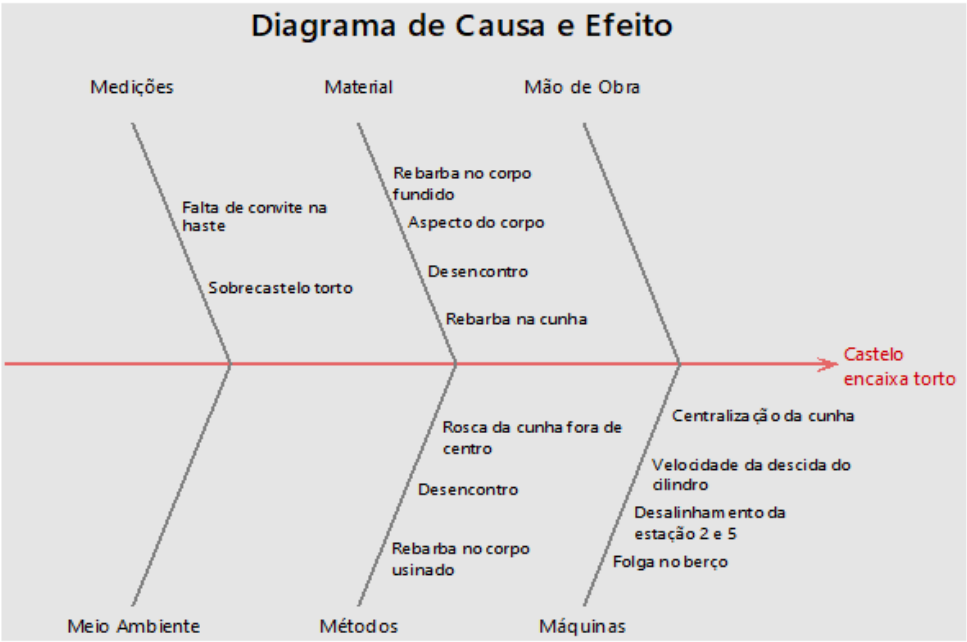
Figura 17 – Gráfico preliminar das causas de parada



Fonte: A autora

Depois de montar o Diagrama de Causa e Efeito preliminar, a equipe foi para campo para identificar quais dessas causas realmente se aplicavam ou não ao efeito em análise. Após a investigação *in loco*, algumas causas foram retiradas pois evidenciou-se que para o efeito "Castelo Encaixa Torto" não se adequavam e o Diagrama revisado pode ser visto na Figura 18.

Figura 18 – Causas do encaixe torto do Castelo

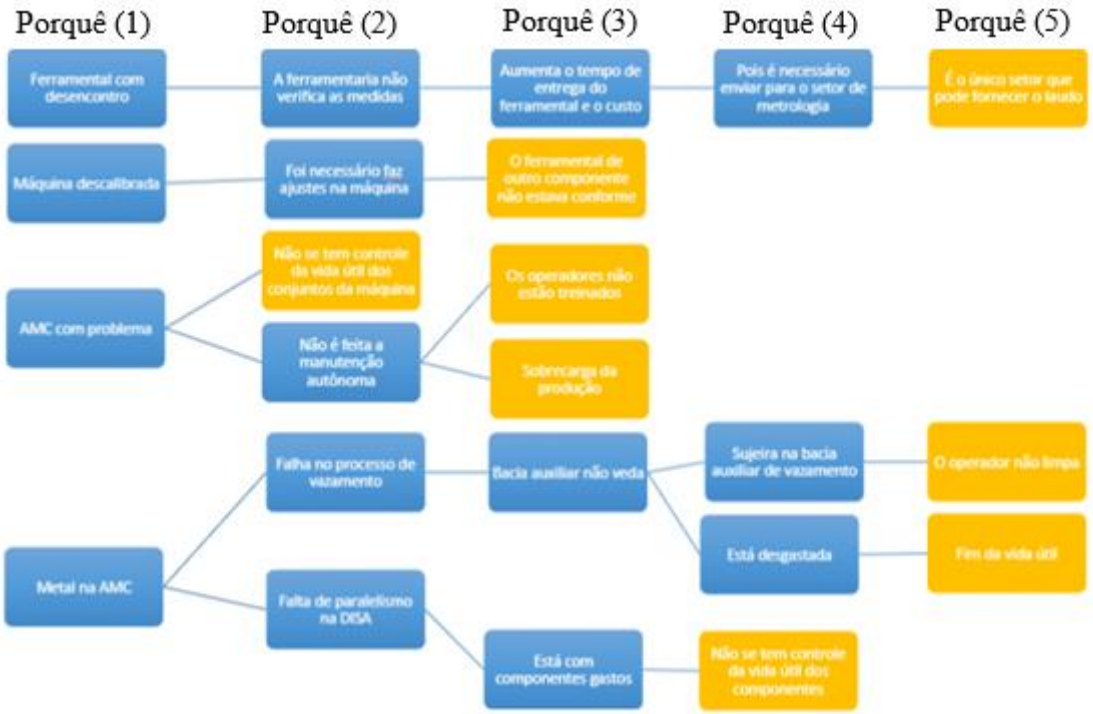


Fonte: A autora

Feito isso, utilizou-se da ferramenta “5 porquês” para identificar a causa raiz de cada uma das causas que foi encontrada no diagrama da Figura 19. Conforme foi citado por Ohno (1997) *apud* Costa e Mendes (2018) no tópico 2.3.3, o método dos 5 porquês é utilizado para chegar à verdadeira causa raiz do problema, que normalmente está escondido através de sintomas óbvios.

A Figura 19 mostra um dos exemplos das análises de “5 porquês” que foi realizada relacionada com a causa “Desencontro” (método):

Figura 19 – Análise de 5 Porquês (Desencontro - Fundição)



Fonte: A autora

O mesmo foi feito para todas as outras causas do diagrama e, ao identificar as causas raízes, utilizou-se a ferramenta de 5W2H para fazer o planejamento e gestão dos planos de ação. Conforme foi citado por Porto (2017) no tópico 2.3.4, essa ferramenta é utilizada para planejar a implementação de uma solução, podendo ser utilizada em todas as etapas de análise e melhoria dos processos. É importante ressaltar que a ferramenta foi adaptada, utilizando apenas “O quê”, “Quando” e “Quem”. A Figura 20 mostra alguns dos planos de ação que foram criados:

Figura 20 – Planos de Ação

AÇÃO	RESPONSÁVEL	INÍCIO PREVISTO	TÉRMINO PREVISTO	INÍCIO REALIZADO	TÉRMINO REALIZADO	STATUS
Confeccionar suporte para fibra-otica na esteira do castelo		13/01/2020	17/01/2020	17/01/2020	17/01/2020	Concluído
Confeccionar chapa para esteira de abastecimento na estação 14		03/02/2020	07/02/2020	03/02/2020	04/02/2020	Concluído
Confeccionar proteção para o eixo redutor na esteira da canopla na estação 14		03/02/2020	07/02/2020	01/02/2020	01/02/2020	Concluído
Falta de demarcação da faixa de trabalho (manômetros)		03/02/2020	07/02/2020	06/02/2020	06/02/2020	Concluído
Organização e realização do grupo e do treinamento de análise de perdas		30/01/2020	14/02/2020	05/02/2020	06/02/2020	Concluído
Verificar registro de qualidade das máquinas de usinagem - castelo, cunha e corpo (GU, GT, GC).		31/01/2020	07/02/2020	01/02/2020		Atrasado
Verificar com fornecedor a fabrição de amostras da borracha do teste pneumático (fazer o teste)		17/02/2020	15/03/2020	17/02/2020		Em andamento
Verificar se a máquina caber está eliminando o cavaco		14/02/2020	14/02/2020	14/02/2020	14/02/2020	Concluído
Regular dimensão do furo da embaladeira da MGA		14/02/2020	14/02/2020	14/02/2020	14/02/2020	Concluído
Avaliar se temos em estoque o centralizador da cunha (estação 2)		17/02/2020	19/02/2020	17/02/2020		Atrasado
Definir a vida útil dos componentes da AMC e passará a notificar a manutenção quando os mesmos estiverem com 70% da vida útil.		19/02/2020	21/02/2020	20/02/2020		Em andamento
Dar treinamento e mostrar a importância da limpeza da bacia auxiliar de vazamento.		26/02/2020	28/02/2020	26/02/2020	28/02/2020	Concluído
Verificar com a manutenção se existe controle de vida útil para os componentes da DISA.		19/02/2020	28/02/2020	19/02/2021		Atrasado
Danilo ficará responsável por definir a vida útil dos bicos de pulverização do desmoldante e passará para Aguimar.		26/02/2020	28/02/2020	01/03/2020		Em andamento

Fonte: A autora

Desta forma, com a identificação das causas raízes e a definição do plano de ação, conclui-se a fase *Plan* do ciclo do PDCA. Iniciando, em seguida, a próxima etapa.

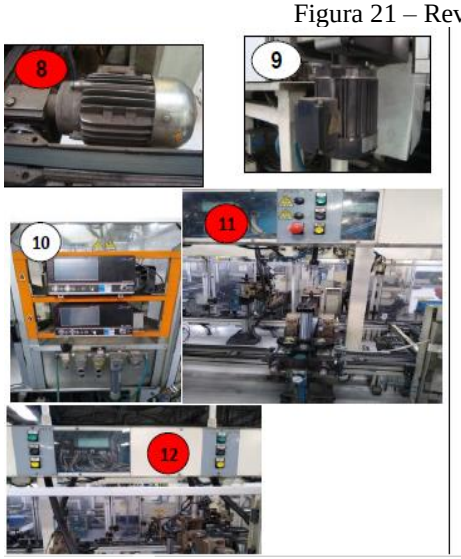
3.2.2 – Fase D (*Do*)

Antes de realizar os treinamentos necessários e iniciar a execução do plano de ação, foi feita a revitalização do TPM da máquina, visto que a metodologia já era implementada na empresa. Inicialmente, foi realizado o DIA D e, em seguida, ocorreu a revisão, juntamente com os operadores, do *check list* de limpeza do equipamento, já que o mesmo estava desatualizado. Também foram identificados os locais de difícil acesso para limpeza e foram traçados planos de ação para facilitar o mesmo.

Além disso, o Diagrama de Causa e Efeito e a análise dos 5 Porquês evidenciou a necessidade de atualizar o Plano de Inspeção da máquina de acordo com o que foi analisado. Muitos pontos que foram identificados como críticos, não estavam no *check list* para inspeção de manutenção preventiva. Conforme foi citado no tópico 2.1.2, de acordo com Ribeiro (2003), esse tipo de manutenção tem o objetivo de reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento, seguindo um plano previamente elaborado, baseado em intervalos de tempo definidos.

A Figura 21 mostra o Plano de Inspeção revisado. O que está destacado em vermelho foi um dos tópicos que foi necessário atualizar.

Figura 21 – Revisão do Plano de Inspeção do Equipamento



Limpeza					
	7	ESTAÇÃO 06 E 07	ESTAÇÃO FUNCIONANDO SEM VAZAMENTOS DE AR OU AVARIAS.	VERIFICAR FUNCIONAMENTO DAS ESTAÇÕES 06 E 07 , TESTAR BOTÃO DE EMERGÊNCIA E PRESSÃO DOS MANÔMETROS.	G.ELETR.009 - Sensores elétricos
			ISENTO DE ÓLEO E POEIRA INCRUSTADO	LIMPAR COM PANO SECO, USAR SABÃO E AGUA PARA LIMPEZA COM PANO ÚMIDO.	
	8	MOTOR ELÉTRICO (ESTAÇÃO 07)	MOTOR ELETRICO SEM RUIDO OU AQUECIMENTO.	VERIFICAR ESTADO GERAL DO MOTOR DA ESTEIRA DA ESTAÇÃO 07.	G.ELETR.006 - MOTOR ELÉTRICO
			ISENTO DE ÓLEO E POEIRA INCRUSTADO.	LIMPAR COM PANO SECO, USAR SABÃO E AGUA PARA LIMPEZA COM PANO ÚMIDO.	
	9	MOTOR ELÉTRICO (LINHA DE MONTAGEM)	MOTOR ELETRICO SEM RUIDO OU AQUECIMENTO	VERIFICAR ESTADO GERAL DO MOTOR DA ESTEIRA DA LINHA DE MONTAGEM.	G.ELETR.006 - MOTOR ELÉTRICO
			ISENTO DE ÓLEO E POEIRA INCRUSTADO.	LIMPAR COM PANO SECO, USAR SABAO E AGUA PARA LIMPEZA COM PANO ÚMIDO.	
	10	APARELHOS TEX	FUNCIONANDO SEM VAZAMENTOS DE AR OU AVARIAS	VERIFICAR FUNCIONAMENTO DOS APARELHOS TEX.	G.ELETR.009 - Sensores elétricos
			ISENTO DE ÓLEO E POEIRA INCRUSTADO	LIMPAR COM PANO SECO, USAR SABÃO E AGUA PARA LIMPEZA COM PANO UMIDO.	
	11	ESTAÇÃO 08 E 09	ESTAÇÃO FUNCIONANDO SEM VAZAMENTOS DE AR OU	VERIFICAR FUNCIONAMENTO DAS ESTAÇÕES 08 E 09, TESTAR BOTÃO DE EMERGÊNCIA, FOLGA NA PINÇA DO TESTE PNEUMÁTICO, VERIFICAR BORRACHA DO TESTE E SENSORES.	G.ELETR.009 - Sensores elétricos
			ISENTO DE ÓLEO E POEIRA INCRUSTADO	LIMPAR COM PANO SECO, USAR SABÃO E AGUA PARA LIMPEZA COM PANO ÚMIDO.	
			ESTAÇÃO FUNCIONANDO SEM VAZAMENTOS DE AR OU	VERIFICAR FUNCIONAMENTO DAS ESTAÇÕES 10 E 11, TESTAR BOTÃO DE EMERGÊNCIA.	G.ELETR.009

Fonte: A autora

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para analisar os resultados, é importante ressaltar que os dados que foram utilizados para a definição das metas e embasamento para o projeto, foram referentes a três meses antes do início do mesmo (outubro a dezembro de 2019). Assim, o projeto se iniciou em janeiro de 2020 e foi finalizado em junho do mesmo ano. Ao finalizar todos os planos de ação que estavam planejados, os resultados do projeto foram analisados nos três meses seguintes após o fim do mesmo (julho a setembro de 2020).

Conforme citado, o tempo produtivo bruto e líquido do equipamento eram considerados iguais internamente, visto que o OEE estava em fase de implementação na empresa e os operadores ainda não registravam os refugos e retrabalhos. Todos os dados foram coletados no *software* da empresa que faz medições *online* e, para cada uma das seguintes informações, foi considerado o somatório de outubro a dezembro de 2019. São eles:

- Tempo Total Disponível (Tempo disponível para produção): 1840,52h
- Tempo Trabalhado (Tempo realmente produzindo): 1484,29h
- Tempo Produtivo Bruto (Descontando perdas por pequenas paradas): 997,04h
- Tempo Produtivo Líquido: 997,04h

Tempo Trabalhado – Tempo Produtivo Bruto = 487,25h (Variação de Ritmo)

Inicialmente, para os cálculos da meta do trabalho em questão, foi considerado que o somatório da variação de ritmo do equipamento de outubro a dezembro de 2019 foi 487,25h.

Como este trabalho atuou nas quatro principais causas, que são responsáveis por 50% das paradas do equipamento, estimou-se que:

- Essas paradas eram responsáveis por: 487 x 0,5 = 243,5h da variação de ritmo total nesse intervalo de tempo;
- 243,5h em três meses, ou seja, 81,16h/mês.

Como a partir da análise de Pareto decidiu-se eliminar 50% das perdas, o Tempo Produtivo Bruto passaria a ser

- 997,04 + 243,5 = 1240,54h

De acordo com a Figura 7, para o cálculo da *performance* utiliza-se o Tempo Produtivo Bruto e o Tempo Trabalhado. Assim, é possível calcular a meta para a *performance* do equipamento da seguinte forma:

$$Performance = \frac{(Tempo\ Produtivo\ Bruto)}{Tempo\ Trabalhado} = \frac{(1240{,}54h)}{1484{,}29h}\ x\ 100 = 83{,}58\ \%$$

Equação 5

Já para o cálculo do OEE, considera-se o Tempo Total Disponível e o Tempo Produtivo Bruto. Assim, a meta para o OEE é a seguinte:

$$OEE = \frac{(Tempo\ Produtivo\ Líquido)}{Tempo\ Total\ Disponível} = \frac{(1240{,}54)}{1840{,}52}\ x\ 100 = 67{,}4\ \%$$

Equação 6

Conforme relatado no capítulo 3, a média (outubro a dezembro de 2019) dos resultados da *performance* e do OEE do equipamento eram respectivamente 67,4% e 54,17%.

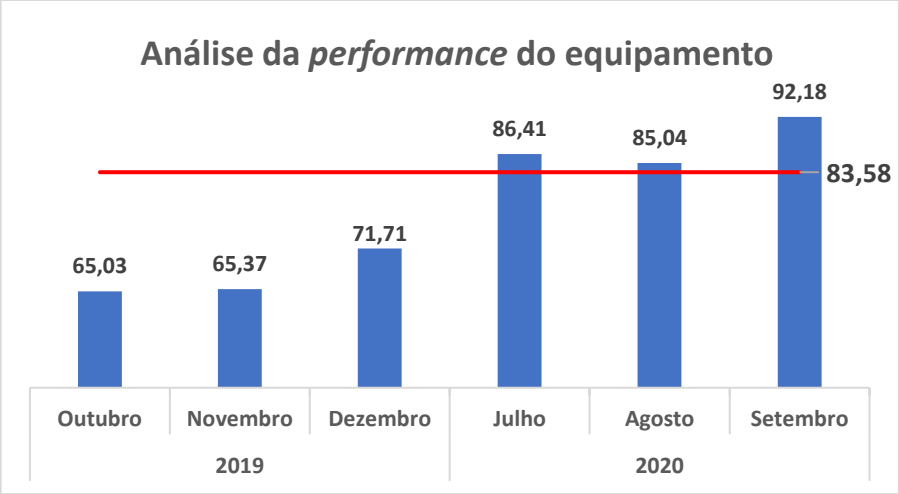
No projeto em questão, as metas a serem alcançadas são 83,58% para a *performance* e 67,4% para o OEE, o que corresponde respectivamente a um aumento de 16 p.p e 13 p.p.

4.1 FASE C (CHECK)

Nesta etapa, os planos de ação foram concluídos e os resultados foram coletados. O projeto foi finalizado em junho de 2020 e os resultados foram analisados a partir de julho do mesmo ano.

Os dados relacionados à *performance* foram analisados e apresentados na Figura 22:

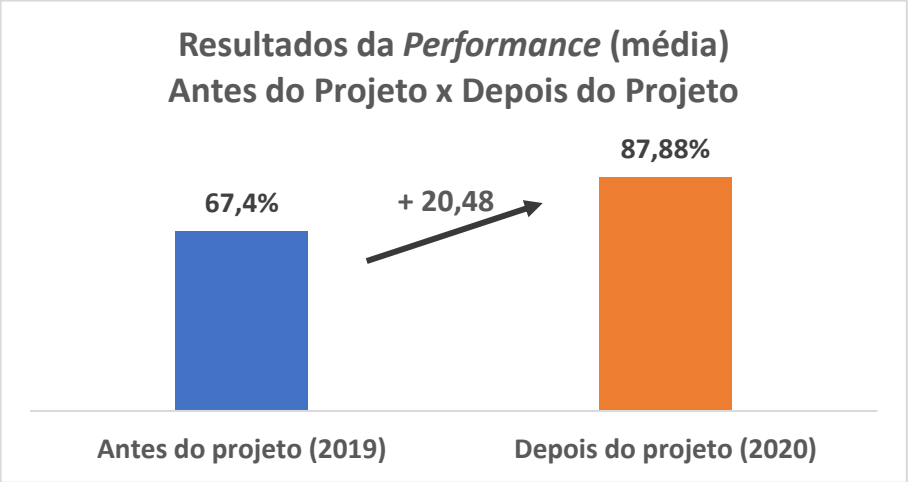
Figura 22 – Análise do resultado da *performance* do equipamento



Fonte: A autora

A Figura 23 evidencia o incremento da *performance* após a conclusão do trabalho em questão, comparando a média do resultado da *performance* dos 3 meses antes do projeto (outubro, novembro e dezembro de 2019) com os 3 meses após a execução do mesmo (julho, agosto e setembro de 2020).

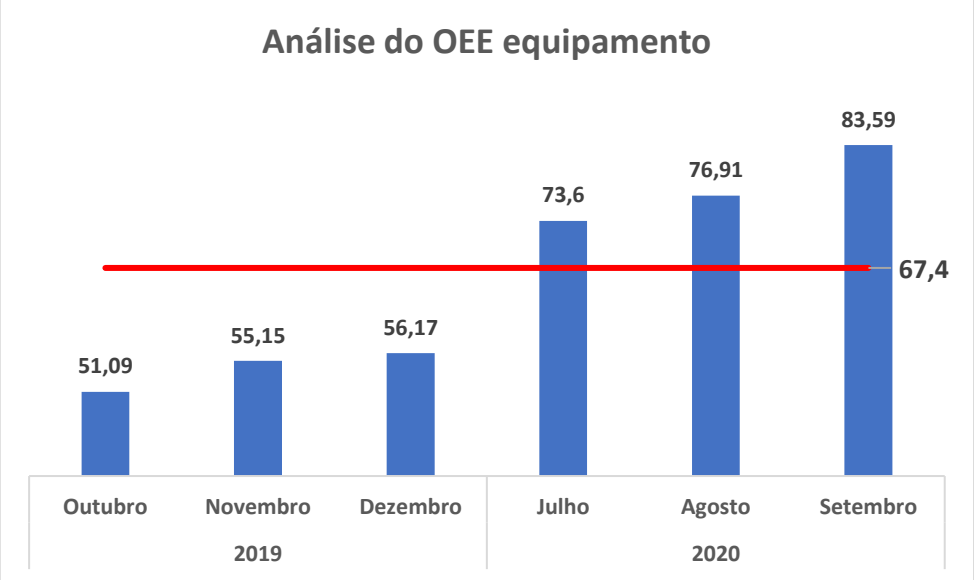
Figura 23 – Análise do aumento da média da *performance* do equipamento



Fonte: A autora

Os dados relacionados ao OEE foram analisados e apresentados na Figura 24:

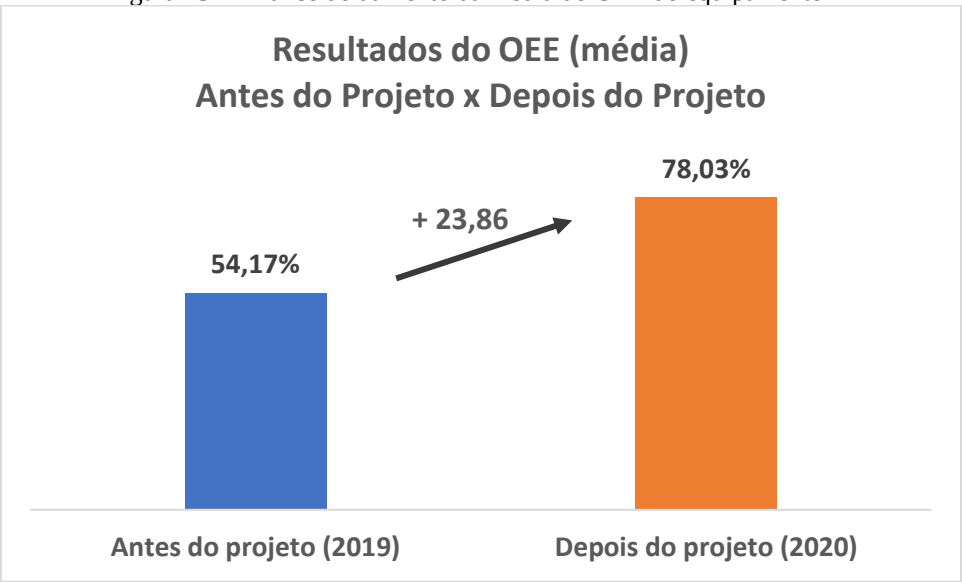
Figura 24 – Análise do resultado do OEE do equipamento



Fonte: A autora

A Figura 25 evidencia o incremento do OEE após a conclusão do trabalho em questão, comparando a média do resultado do OEE dos 3 meses antes do projeto (outubro, novembro e dezembro de 2019) com os 3 meses após a execução do mesmo (julho, agosto e setembro de 2020).

Figura 25 – Análise do aumento da média do OEE do equipamento



Fonte: A autora

Assim, é possível perceber que os objetivos do projeto foram atingidos, tanto em relação a *performance* quanto ao OEE. O incremento médio para a *performance* foi de 20,48 p.p, superior à meta de 16 p.p. Já em relação ao OEE, o incremento médio foi de 23,86 p.p, também superior à meta de 13 p.p.

4.2 FASE A (ACT)

Visto que os resultados do projeto foram alcançados com êxito, a gerência da empresa decidiu criar outras equipes multidisciplinares, de modo similar ao que foi feito, para estudar a fundo outras causas de outros processos, com o objetivo de melhorá-los.

Além disso, foi criado um cronograma para realizar a revitalização do TPM juntamente com os operadores, para que o *check list* de limpeza do equipamento e Plano de Inspeção fiquem sempre atualizados de acordo com as condições atuais da máquina. Conforme citado no tópico 2.1.4, segundo Takahashi e Osada (1993, p.2) *apud* Rosa e Morales (2006): “TPM é um

conjunto de atividades de gerenciamento voltadas para o equipamento, visando atingir a sua utilização máxima. Para tanto, promovem a integração de todos os funcionários".

5. CONCLUSÃO

Apesar da empresa em questão ser a maior fabricante de louças e metais sanitários do Hemisfério Sul e líder no mercado brasileiro, o setor também abrange outras grandes empresas que competem por parcelas do mercado consumidor. Assim, o presente estudo evidenciou a importância de as empresas estarem sempre atuando com medidas para aumentar a produtividade e se tornarem cada vez mais competitivas no mercado. Além disso, o indicador de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) tornou-se referência mundial em medição de desempenho dos equipamentos industriais, principalmente os mais automatizados.

O equipamento, objeto de estudo deste trabalho, não conseguia atingir a produção horária, estava com a carga/máquina maior que 100% e os resultados da *performance* e do OEE do equipamento eram respectivamente 67,4% e 54,17%, sendo uma situação extremamente crítica para a empresa.

Dessa forma, trabalho em questão visou mostrar as contribuições das ferramentas da qualidade no aumento da *performance* de um equipamento em uma fábrica de metais sanitários. A utilização das ferramentas possibilitou evidenciar quais eram as principais causas de parada do equipamento e saná-las, aumentando assim a *performance* e o OEE do mesmo.

As metas a serem alcançadas no projeto eram 83,58% para a *performance* e 67,4% para o OEE, o que corresponde respectivamente a um aumento de 16 p.p e 13 p.p comparado ao que era inicialmente. Após a conclusão do trabalho, a *performance* e o OEE aumentaram 20,51 p.p e 23,89 p.p, atingindo a meta do trabalho.

Assim, foi possível evidenciar o impacto positivo que o mesmo trouxe para a empresa, visto que melhorou significativamente a *performance* e o OEE do equipamento em questão. Além disso, mostrou a importância de as empresas estarem sempre atuando com medidas para aumentar a produtividade e serem cada vez mais competitivas no mercado.

Para trabalhos futuros, seria importante manter um grupo de melhoria multidisciplinar em todas as áreas da empresa para garantir esse acompanhamento e evolução dos resultados. Além disso, uma outra oportunidade identificada é que os operadores façam o apontamento diário dos dados de refugo e retrabalho para que seja possível calcular o tempo produtivo líquido, o qual nos levaria a um resultado do OEE mais próximo do real.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA CBIC. **Após cinco anos negativos, construção civil cresce 1,6% em 2019**, 2020.

ALMEIDA, J. F.; MATIAS, L. R.; BRAGA, W. L. M.; JUNIOR, F. R. L.; **Aplicação da metodologia MASP ao processo de alteração técnica de produtos em uma indústria de médio porte**, Curitiba, p. 9, outubro, 2014.

CARPINETTI, L.C. R. **Gestão da qualidade – Conceitos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

CATAPAN, A.; PINTO, R. A. Q.; TORTATO, U.; VEIGA, C. P.; **Lean Manufacturing: um estudo de caso da sua aplicação em empresa do ramo de metais sanitário**, p. 10, setembro, 2013.

CORRÊA, Túlio da Motta. **OEE como ferramenta de melhoria da eficiência de equipamentos e processos industriais**. Pós Graduação (Engenharia de Manutenção) - Instituto de Educação Tecnológica, Belo Horizonte, 2017.

COSTA, Alexandre Augusto da Silva. **Utilização da eficiência global do equipamento com objetivo de melhorar a gestão de manutenção de uma empresa do setor logístico e seu desempenho**. Trabalho de conclusão de curso de Graduação (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

COSTA, T. B. S.; MENDES, M. A.; **Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura**, p. 6-7, novembro, 2018.

CRUZ, Kamila Marson. **O PDCA como ferramenta de implementação de melhorias em processos para o alcance de resultados**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

DOS SANTOS, A. C. S. G. *et al*. **Indicador OEE e ferramentas da qualidade: uma aplicação integrada no processo de destilação de uma indústria de biotecnologia**, São Paulo, v.17, n. 2, p. 165-184, abr/jun, 2019.

ENAP (ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA), **Análise e Melhoria de Processos Metodologia MASP**: caderno de ferramentas, Brasília, p. 5-13, 2014.

GAMBARO, Alex Augusto. **OEE (Eficiência Global dos Equipamentos) como uma ferramenta valiosa para o monitoramento da eficiência produtiva em empresa de pequeno porte**. Monografia (Curso de Especialização em Engenharia de produção) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

GI - **Liderado por MEIS, número de novas empresas foi o maior em 8 anos no 1º semestre, diz Serasa**. Disponível em: https://g1.globo.com/economia/noticia/2018/09/03/liderado-por-meis-numero-de-novas-empresas-foi-o-maior-em-8-anos-no-1o-semestre-diz-serasa.ghtml. Acesso em: 23/04/2020.

HADDAD, C.H. *et al.* **Relatório Anual Duratex**, São Paulo, 2018.

JUNIOR, C. C. M. F.; **Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde**, p. 106, setembro, 2010.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. Ed. Rio de janeiro: Qualitymark, 2009.

MAROCCO, Gustavo Salomão. **A importância da manutenção produtiva total na melhoria contínua do processo: um estudo de caso**. Trabalho de conclusão de curso de Graduação (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

MATIAS, O. **Como calcular o OEE (Overall Equipment Effectiveness)**, 2016.

MELHORES MARCAS - 5 melhores marcas de metais sanitários do Brasil. Disponível em: https://melhoresmarcas.blog.br/material-hidraulico/5-melhores-marcas-de-metais-sanitarios-do-brasil/. acesso em: 25/05/2020.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **Manutenção Produtiva Total:** estudo de caso em uma empresa automobilística, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

NOGUEIRA, C. F.; GUIMARÃES, L. M.; DA SILVA, M. D. B.; **Manutenção Industrial:** implementação da manutenção produtiva total (TPM), Belo Horizonte, p. 176-178, julho, 2012.

OLIVEIRA, H. M.; SILVA, D. M.; **Aplicação da ferramenta OEE como proposta de aumento da produtividade em sistemas de secagem de grãos**, 2017.

PEREIRA, R. O.; DA SILVA, P. A. L.; TROIAN, R.; **Indicador OEE como ferramenta na tomada de decisões na oficina de recuperação de rodeiros de vagões**: um caso prático, Rio de Janeiro, 2015.

PORTO, C. B.; **Apostila sobre Ferramentas da Qualidade,** Juiz de Fora, p. 3-20, julho, 2017.

RIBEIRO, Celso Ricardo. **Processo de implementação da Manutenção Produtiva Total (T.P.M.) na Indústria Brasileira**. Monografia (MBA em Gerência de Produção e Tecnologia, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração da Universidade de Taubaté) – Taubaté, 2003.

RIBEIRO, G. L. M.; PAES, R. L.; NETO, F. J. K.; **Aplicação da metodologia OEE para análise da produtividade do processo de descobertura de carvão mineral em uma mina a céu aberto**, São Carlos, outubro, 2010.

RODRIGUES, Alan Felipe. FERRARIN, Fabrício Vieira. OLESKO, Pedro Guilherme Mylla. **Implementação de indicador de desempenho OEE em máquina de abastecimento de ar condicionado automotivo**. Trabalho de conclusão de curso de Graduação (Engenharia Industrial Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ROSA, G. O.; MORALES, D.; **Implantação do sistema de manutenção produtiva total na COCAMAR** - Indústria de Fios de Seda: Um estudo de caso, Bauru, p. 1-2, novembro, 2006.

SEBRAE, **Manuela de ferramentas da qualidade**, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R.; **Administração da produção**, 1. ed., São Paulo: Atlas, 2006.

TAVEIRA, Léia Barbosa. **Mapeamento de processos gerenciais: um estudo no setor de operações de uma empresa atuante no negócio de energia renovável**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

TELHANORTE. Disponível em: https://telhanorte.vteximg.com.br/arquivos/ids/307727-NaN-NaN/Registro-de-gaveta-uso-semi-industrial-3-4--DN20-bruto-Deca.jpg?v=636645858164730000. Acesso em 28/08/2021.

TOLEDO, J. C.; BORRÁS, M.A.; MERGULHÃO, R. C.; MENDES, G. H. S. **Qualidade: Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação**: uma introdução metodológica. Educação e Pesquisa, v.31, n. 3, p.443-466. São Paulo, 2005.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P.; **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção:** estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas, Itajubá, p. 80-169, 2012.

YAMAGUCHI, C. T.; **TPM - Manutenção Produtiva Total**, São João Del Rei, p. 8, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 02 de Setembro de 2021.

Brunna Barbosa Andrade — NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)

201449076 — Matrícula

Brunna B. Andrade — ASSINATURA

112.830.776-63 — CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.