

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ  
ISABELA CRISTINA DE SOUZA FERNANDES**

**ANÁLISE DO INDICADOR OVERALL EQUIPMENT  
EFFECTIVENESS (OEE) E EFETIVIDADE DOS  
FATORES QUE O COMPÕE EM UMA EMPRESA DE  
ENVASE DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS**

**Taubaté - SP  
2019**

**ISABELA CRISTINA DE SOUZA FERNANDES**

**ANÁLISE DO INDICADOR OVERALL EQUIPMENT  
EFFECTIVENESS (OEE) E EFETIVIDADE DOS  
FATORES QUE O COMPÕE EM UMA EMPRESA DE  
ENVASE DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS**

Trabalho de Graduação apresentado para  
obtenção do Certificado de Graduação do  
curso de **Engenharia Mecânica** do  
Departamento de Engenharia Mecânica da  
Universidade de Taubaté.

Orientador(a): Prof. Me. Ivair Alves dos  
Santos

Coorientador(a): Prof. Me. Fábio Henrique  
Fonseca Santejani

**Taubaté – SP  
2019**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

### **SIBi - Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

F363a      Fernandes, Isabela Cristina de Souza  
              Análise do indicador overall equipment effectiveness (oee) e  
              efetividade dos fatores que o compõe em uma empresa de envase de  
              bebidas não alcoólicas / Isabela Cristina de Souza Fernandes. – 2019.  
              44f. : il.

              Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento  
              de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.  
              Orientação: Prof. Me. Ivair Alves dos Santos, Departamento de  
              Engenharia Mecânica.  
              Coorientação: Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca Santejani,  
              Departamento de Engenharia Mecânica

              1. Custo. 2. Eficiência. 3. Indicador. 4. OEE. 5. TPM. I. Título. II.  
              Graduação em Engenharia Mecânica

CDD 658.5

**ISABELA CRISTINA DE SOUZA FERNANDES**

**ANÁLISE DO INDICADOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) E EFETIVIDADE DOS FATORES QUE O COMPÕE EM UMA EMPRESA DE ENVASE DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

DATA: 03-12-19

RESULTADO: Aprovado

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Me. Ivair Alves dos Santos

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura:  \_\_\_\_\_

Prof. Me. Antônio Carlos Tenini

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura:  \_\_\_\_\_

23 de novembro de 2019

***DEDICATÓRIA***

Dedico este trabalho aos meus pais Viviane Cassiano e Daniel Prudente, aos meus familiares, Maria, Natália, Luciano e Antônio.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, fonte da vida e da graça. Agradeço pela minha vida, minha inteligência, minha família, meus amigos, professores e colegas.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu um excelente ambiente educacional com profissionais qualificados

Ao meu orientador, *Prof. Msc Ivair Alves dos Santos* por todo o incentivo e motivação na orientação deste trabalho.

Aos meus pais *Viviane e Daniel*, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram meus estudos e fizeram essa conquista ser possível.

Aos Professores Msc Antonio Carlos Tonini e Msc. Ivair Alves dos Santos por aceitarem compor a banca examinadora.

Às funcionárias da Secretaria pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar.

## RESUMO

Com o intuito de obter o aumento da competitividade afim de satisfazer apropriadamente a procura do mercado, a indústria tem foco na melhoria da qualidade de seu produto acabado e um processo de produção mais eficaz, estas são condições determinantes para um bom desempenho. Deste modo, considerando o contexto a ser alcançado a empresa adota como ferramenta o índice OEE (Overall Equipment Effectiveness), principal indicador de desempenho a fim de mensurar a eficiência global dos equipamentos e processos. A partir do OEE é possível acompanhar três importantes fatores fabris: disponibilidade, eficiência e qualidade. Estes três aspectos indica o cenário atual da indústria. Assim sendo, o presente trabalho visa analisar a capacidade de uma dentre as demais linhas de produção de uma fábrica, e apresentar as principais variáveis que causam a dificuldade de atingir a meta definida para aquele setor fabril. Portanto, conforme instrução da indústria explorada, o trabalho de dissertação tem por objetivo apresentar a utilização da metodologia PDCA (Plan, Do, Check e Act) a fim de gerir e estratificar os problemas que ocorrem frequentemente e causam a complexidade em atingir a meta de eficiência introduzida pela matriz da filial, sendo esta uma das variáveis que atua no cálculo do indicador OEE. O conceito definido para a execução dos mecanismos foi o PDCA, método utilizado para alcançar os resultados do trabalho. Portanto, após o emprego da metodologia demonstrada do PDCA foi capaz de obter soluções que apresentaram a diminuição das principais causas de interferência no alcance da meta relacionada a eficiência, consequentemente, afetando o índice de OEE. Em vista disso, o trabalho acadêmico também colabora com a redução de custos e aumento da performance da área estudada.

**Palavras-chave:** OEE. Eficiência. Custo.

## **ABSTRACT**

In order to achieve increased competitiveness in order to properly meet market demand, the industry focuses on improving the quality of its finished product and a more efficient production process, these are crucial conditions for good performance. Thus, considering the context to be reached, the company adopts as a tool the OEE (Overall Equipment Effectiveness) index, the main performance indicator in order to measure the overall efficiency of equipment and processes. From the OEE it is possible to follow three important manufacturing factors: availability, efficiency and quality. These three aspects indicate the current industry scenario. Thus, the present work aims to analyze the capacity of one of the other production lines of a factory, and to present the main variables that cause the difficulty to reach the goal defined for that manufacturing sector. Therefore, as directed by the exploited industry, the dissertation work aims to present the use of the PDCA methodology (Plan, Do, Check and Act) in order to manage and stratify the problems that occur frequently and cause the complexity to reach the goal of. efficiency introduced by the branch office, which is one of the variables that acts in the calculation of the OEE indicator. The concept defined for the execution of the mechanisms was the PDCA, method used to achieve the results of the work. Therefore, after employing the demonstrated PDCA methodology, it was able to obtain solutions that presented the reduction of the main causes of interference in reaching the efficiency-related target, consequently affecting the OEE index. In view of this, the academic work also contributes to reducing costs and increasing the performance of the studied area.

**KEYWORDS:** OEE. Efficiency. Expense.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Perdas Consideradas pela TPM .....	17
Figura 2 – Fatores que compõe o indicador OEE .....	21
Figura 3 – Diagrama de pesquisa .....	38
Figura 4 – O ciclo PDCA .....	31
Figura 5 – Fluxo de fases .....	32
Figura 6 – Visão Geral OEE .....	32
Figura 7 – Diagrama de horas empregadas pela organização .....	34
Figura 8 – Gráfico Pareto das máquinas .....	35
Figura 9 – Gráfico Pareto dos tipos de parada .....	36
Figura 10 – Gráfico Pareto de causa .....	36
Figura 11 – Diagrama de Ishikawa .....	37
Figura 12 – Visão Geral OEE atualizada .....	39
Figura 13 – Gráfico Pareto das máquinas atualizado .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados e metas de eficiência das linhas de janeiro a março .....	33
Tabela 2 – Plano de ação (5W2H) .....	38
Tabela 3 – Resultados e metas de eficiência das linhas de abril a junho .....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIPM	Japan Institute of Plant Maintenance
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PDCA	Plan, Do, Check e Act
PNP	Parada Não Programada
SMO	Sem Mão de Obra
TPM	Total Productive Maintenance

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 Objetivos.....	13
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Delimitação.....	14
1.4 Estrutura do Trabalho .....	14
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
2.1 Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance) .....	15
2.1.1 Perdas Significativas na Manutenção Produtiva Total .....	16
2.1.2 Conceito Quebra Zero .....	18
2.1.2 Pilares da TPM .....	19
2.2 Eficiência Geral de Equipamento (Overall Equipment Effectiveness) .....	19
2.3 Metodologia PDCA .....	23
2.4 Gráfico de Pareto .....	26
2.5 Diagrama de Causa e Efeito .....	26
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>27</b>
3.1 Especificação dos Meios de Estudo.....	27
3.1.1 Referência à Discussão Tratada.....	28
3.1.2 Referência aos Objetivos Abordados .....	28
3.1.3 Referência aos Procedimentos Utilizados .....	29
<b>4 DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>30</b>
4.1 Apresentação da Organização .....	30
4.2 Fases de Implementação .....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
5.1 Análise do índice OEE .....	38
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, em um ambiente fabril cada vez mais competitivo devido a globalização, as indústrias nas quais possuem grande demanda de seus produtos, procuram sempre se renovar frente à concorrência, buscando sempre aperfeiçoar seu processo com novos métodos e ferramentas para que não ocorra à falta de controle sobre aspectos que ficam ocultos na rotina da produção.

No setor de manufatura, a criticidade é ainda mais agravante, visto que ao fabricar produtos com qualidade, os responsáveis deste processo, presumem ter alcançado seus objetivos. Entretanto, nessa fase final é que são negligenciados problemas que se ocultam.

Como pode ser observado na publicação de J. R. Pires e A. E. Diniz (1997), os resultados devem ser analisados por meio de um levantamento de dados durante o processo produtivo habitual de uma indústria.

Com base nestes dados é possível identificar uma relação significativa de interferências no processo fabril ideal, estas por si só são chamadas de perdas. Por meio deste aspecto, o OEE mostra-se como um instrumento afim de medir a eficiência global dos equipamentos no decorrer de seu funcionamento. Segundo Ljungberg (1998), define que as perdas frequentemente representadas pela ferramenta OEE estão diretamente relacionadas aos âmbitos de manutenção ou produção. De acordo com Jeong e Phillips (2001) o conceito padrão do OEE não está adequado para a gestão industrial, que tem como objetivo o máximo desempenho dos equipamentos, em razão de que este indicador não reconhece as perdas referentes as paradas para manutenção preventiva prevista para o bom funcionamento dos equipamentos e também o não proveito da cadência em períodos não planejados como turnos parados e feriados. Deste modo, por meio da redução dos tipos de perdas consideradas, o cálculo apresentado pelo OEE pode conter alterações, como por exemplo, atribuir à manutenção responsabilidade sobre perdas que não estão relacionadas a ela. Estas falhas são referentes a problemas com especificações de fornecedores ou reinicialização de processo, posterior a quedas de energia, são exemplos de perdas que possui a causa origem problemas externo a fábrica.

Jeong e Phillips (2001) ressaltam que, desse modo, as empresas têm empregado opções ao OEE que considere o cálculo de perdas por motivos não

considerados no conceito original de OEE como, por exemplo, ocasiões não programadas, períodos planejados para manutenção, e execução de testes de produto, inclusive decisões decorrentes de gerenciamento do negócio. Sendo assim também resulta da necessidade de apresentar a variável da medição como um ativo, um conjunto de ativos, uma linha de produção, uma planta fabril ou um empreendimento. As empresas têm interesse de aderir medidas que se adaptam melhor à sua realidade, utilizá-las para aperfeiçoar a utilização da capacidade de seus ativos e, assim, garantir o retorno do capital investido.

### **1.1 Objetivos**

O presente trabalho tem como objetivo principal analisar o indicador de desempenho OEE com a finalidade de auxílio na gestão de uma empresa do ramo de bebidas não alcoólicas que procuram por maiores soluções para o seu empreendimento. A análise será feita especificamente no setor de uma linha de envase de água mineral, de modo que seja possível examinar as principais causas de queda no indicador. Dessa forma, planeja-se investigar os efeitos gerados em função dessa análise ao indicador OEE.

### **1.2 Justificativa**

O índice de OEE é uma importante ferramenta que pode apresentar a eficácia de equipamentos ou organizações. A avaliação dos indicadores providos do índice OEE poderá fornecer informações a serem levadas em consideração para a otimização dos equipamentos da empresa e da linha de produção e exatidão das fontes de perdas.

A elaboração deste estudo irá auxiliar na apuração de decisões que afeta o indicador de eficiência fabril, redirecionando para a causa efetiva da perda e conseqüentemente atinge-se diretamente os três fatores do índice OEE: disponibilidade, eficiência e qualidade.

### **1.3 Delimitação**

O domínio da pesquisa se restringe ao setor de produção de envase de água mineral, de uma indústria de bebidas a qual realiza a fabricação de um vasto conjunto de produtos derivados da água mineral.

O estudo estará reservado a análise do cálculo OEE de uma dentre as seis linhas de envase de água pertencentes a empresa, não se expandindo as demais linhas de produção.

O escopo do tema estará baseado na análise de indicadores de desempenho, realizando a utilização dos mesmos embasado no processo de envase de água, com o intuito de transmitir a efetiva eficácia fabril por meio da verificação de algumas ferramentas da qualidade a distribuição adequada das perdas à sua respectiva origem. Será apontado as perdas do processo, em seguida, haverá uma avaliação demonstrando o impacto dessas perdas no índice OEE.

### **1.4 Estrutura do Trabalho**

O exposto trabalho estrutura-se em cinco capítulos que demonstram o estudo de temática embasada no método e interpretação das informações do assunto abordado, de mesmo modo os resultados obtidos e conclusões.

O primeiro capítulo apresenta a introdução do trabalho, objetivos que abrange o estudo, tal como delimitação do tema e justificativa que estão associadas à questões que antecedem o desenvolvimento análise de modo integral.

O segundo capítulo é contemplado pela revisão bibliográfica, demonstrando os principais conteúdos indicados, que está diretamente ligado ao tema abordado. Interpretações conceituais sobre o indicador OEE, dispositivos facilitadores do âmbito de qualidade, análise de indicadores de desempenho, gráficos de controle, verificação da forma como foram averiguadas.

O terceiro capítulo aborda o procedimento metodológico utilizado neste estudo, onde é retratado a maneira como foi realizada a pesquisa e a descrição dos mecanismos de análise.

O quarto capítulo abrange os resultados e discussões obtidos nas pesquisas, apontando a relevância da investigação referente as paradas nas linhas de produção, bem como a análise da efetiva causa desta interrupção no processo de envase.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo, se expõe a revisão da literatura fundamental para a elaboração do presente estudo, partindo do conceito do indicador OEE, origem, definição, aplicação e explanando âmbitos relacionados ao assunto proposto, tais como influência da metodologia TPM como alternativa à melhoria deste indicador de desempenho.

### **2.1 Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance)**

O método TPM (Total Productive Maintenance) se originou no Japão em meados da década de 70, por meio da organização Nippon Denso KK, constituinte da equipe Toyota, entretanto este conceito surgiu no Brasil apenas em 1986. Estima-se que a TPM proveniente da chamada manutenção preventiva, originada nos Estados Unidos, e a evolução são conhecidos conforme Kardec e Nascif (2009) expõem:

Manutenção Preventiva, 1950: a princípio empregada na definição de que interferência apropriada dificultariam falhas e demonstrariam excelente performance e aumento da vida útil nos equipamentos e máquinas.

Manutenção com Introdução de Melhorias, 1975: formação de técnicas fáceis nos equipamentos e nas máquinas, visando propiciar as interferências da Manutenção Preventiva e elevar a confiabilidade

Preventiva de Manutenção, 1960: Expressa integrar ao plano dos equipamentos e máquinas a não utilidade de manutenção. Referindo-se a uma quebra de padrão. O princípio básico para projetistas é completamente divergente dos requisitos atuais.

TPM, 1970: Diversos aspectos econômicos-sociais reproduzem ao mercado requisitos gradativamente minuciosos, tal que implica as organizações a estarem crescentemente competitivas a fim de sobreviver.



Por consequência disso, elas passaram a ser forçadas a:

- Eliminar desperdícios;
- Obter o melhor desempenho dos equipamentos;
- Reduzir interrupções/paradas de produção por quebras ou intervenções;
- Redefinir o perfil de conhecimento e habilidades dos empregados da produção e manutenção;
- Modificar a sistemática de trabalho;

Segundo Liker (2005), o conceito principal de TPM é unir os setores manutenção e produção para que executem atividades associadamente, mediante o processo de compartilhamento de experiências e planejamento de ações específicas. A manutenção produtiva total, durante sua aplicação, desenvolveu-se às atuais atribuições e referências necessárias por meio da urgência do mercado, pela procura da evolução automação industrial, aperfeiçoamento da qualidade, máxima competitividade e preocupação no que diz respeito a preservação ambiental e eficiência energética.

O conceito TPM de acordo com Kardec e Nascif (2009) visa o rendimento da empresa por meio do aumento na qualificação das pessoas e melhorias incorporadas nos equipamentos. Além disso, capacita e forma pessoas e empresas aptas para coordenar organizações futuras. Uma vez que as pessoas forem preparadas e capacitadas, é capaz de proporcionar mudanças nos equipamentos e máquinas que resultará em maior resultado global final. Sendo assim, os operadores executam afazeres mais básicos, como: substituição de instrumentos, limpeza, troca de filtros, troca de lâmpadas, medição de vibração e temperatura, ajuste de gaxetas, lubrificação, e assim por diante, conservando-se aos mantenedores os afazeres de maior dificuldade.

### **2.1.1 Perdas Significativas na Manutenção Produtiva Total**

As grandes perdas na perspectiva da metodologia TPM, estão apontadas na Figura 1 abaixo:

**Figura 1 - Perdas consideradas pela TPM**

<b>As 6 Grandes Perdas</b>	<b>Causa da Perda</b>	<b>Influência</b>
1. Quebras 2. Mudança de Linha	PARALIZAÇÃO	Tempo de Operação
3. Operação em Vazio e Pequenas Paradas 4. Velocidade Reduzida em Relação à Nominal	QUEDA DE VELOCIDADE	Tempo Efetivo de Operação
5. Defeitos de Produção 6. Queda de Rendimento	DEFEITOS	Tempo Efetivo de Produção

**Fonte - Kardec e Nascif (2009)**

De acordo com a Figura 1 é possível observar as perdas e as consequências de sua ocorrência, a seguir será retratado cada uma delas conforme Kardec e Nascif (2009) demonstraram.

Perdas por Quebras: colaboram com grande parte na diminuição do desempenho operacional das máquinas. Existem dois tipos dessa perda: por meio da parada do equipamento que são as falhas inesperadas, e a deterioração gradual que os transforma em produtos malfeitos.

Perdas por Mudança de Linha: ocorrem no momento em que é realizada modificação de uma linha, junto com a paradas para troca de formato das máquinas para um outro produto. Nesse intervalo engloba mudanças nas máquinas, ajustes e regulagens essenciais.

Perda por Operação em Vazio e Pequenas Paradas: paradas instantâneas motivadas por falhas na produção ou nos equipamentos, que constantemente requer a rápida intervenção do operador a fim de que a linha de produção retorne a fabricar novamente.

Perdas por Queda de Velocidade de Produção: causadas por situações que influenciam a funcionar em uma velocidade reduzida, gerando perda.

Perdas por Produtos Defeituosos: provenientes de algum retrabalho ou rejeição de produto defeituosos. Estas perdas se fazem necessário inserir tudo que foi realizado além do planejado.

Perdas por Queda no Rendimento: ocasionadas devido a não exploração da capacidade nominal dos equipamentos, máquinas ou procedimentos causados, principalmente, por questões operacionais.

### **2.1.2 Conceito Quebra Zero**

De acordo com Kardec e Nascif (2009), na ideologia da TPM há uma outra ferramenta significativa chamada Quebra Zero, identificando a quebra como principal motivo que dificulta o rendimento operacional. Se levarmos em consideração que as máquinas haviam sido idealizadas para funcionar com nenhum defeito, se faz necessário integridade das medidas e resultados a fim de alcançar esse propósito. É fundamental ressaltar que o Quebra Zero retrata que a máquina não pode parar no decorrer do ciclo em que foi programada para trabalhar, ao contrário de a máquina em nenhum momento pode parar.

Conforme Kardec e Nascif (2009), algumas ações são essenciais para o atingimento e êxito definitivo do Quebra Zero:

- Assegurar as Condições Básicas para a Operação: lubrificação, organização e limpeza do setor.
- Cumprimento das Condições de Utilização: operar as máquinas e equipamentos de acordo com os limites e condições definidas.
- Regeneração do Desgaste: eliminação das causas de desgaste dos equipamentos, reestabelecimento dos equipamentos periodicamente a fim de retornar para as condições originais, controle das irregularidades que causam a degradação dos componentes internos por meio dos cinco sentidos das pessoas e técnicas que fornecem o estado da máquina, regenerar o equipamento por questões de envelhecimento e impedir quebras futuras.
- Corrigir os Pontos Falhos Derivados de Projeto: sanar possíveis problemas do projeto original, e realizar avaliação da vida média por meio de métodos de diagnóstico.
- Promover Competência Técnica: qualificação e desenvolvimento dos colaboradores, de maneira que ele seja capaz de distinguir, identificar e agir apropriadamente.

### **2.1.2 Pilares da TPM**

Existe especificamente oito pilares da manutenção produtiva total, os quais tem foco em constituir um princípio a fim de se alcançar máxima eficiência de produção. A seguir será descrito cada um deles de acordo com Kardec e Nascif (2009).

**Melhoria Focada:** é baseada no de melhoria global da empresa. Dessa maneira, busca-se diminuir os defeitos a fim de aumentar o desempenho.

**Manutenção Autônoma:** autoadministração e domínio, autonomia em ações, preparação e execução de diretrizes, compreensão da ideologia TPM.

**Manutenção Planejada:** Manifesta ter o efetivo planejamento e gestão da manutenção, que necessita de qualificação em métodos de planejamento (sistema operacional), uso de um programa de planejamento da programação diária e de paradas.

**Educação e Treinamento:** Aumento da qualificação técnica, comportamental do setor de manutenção e operação, gerencial.

**Controle Inicial:** Emprego de um sistema de gestão da etapa inicial para novos equipamentos e projetos.

**Manutenção da Qualidade:** Emprego de um sistema zero falha.

**TPM Office:** Emprego de um sistema de gerenciamento da TPM nos setores administrativos, com foco na ampliação de eficiência.

**Segurança:** Emprego de um programa de saúde, segurança e meio ambiente.

## **2.2 Eficiência Geral de Equipamento (Overall Equipment Effectiveness)**

A metodologia da Manutenção Produtiva Total (TPM) com o auxílio do Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) trouxe por meio de seus conhecimentos a percepção de que é preciso elaborar uma interpretação globalizante do processo fabril e que para esse fim é necessário determinar um modo mais extensivo de mensurar o desenvolvimento do potencial produtivo. O OEE tem a finalidade de medir o aproveitamento real do rendimento dos equipamentos, sendo assim foi apresentado

como indicador de desempenho que possui a utilidade de gestão gerencial conforme retratado por Ljungberg (1998) e Nakajima (1989).

A fórmula do OEE é efetuada por meio do reconhecimento de seis categorias de perdas, as mesmas são reunidas em três conjuntos, de acordo com Nakajima (1989), citados abaixo:

1) Perdas por disponibilidade:

- Interrupção correspondente à defeito da máquina;
- Interrupção por ajustes ou setup de máquina;

2) Perdas por eficiência:

- Pequenas interrupções ou paradas por motivo de mau funcionamento da máquina;
- Diminuição da velocidade da máquina por conta de alguma irregularidade que atue operando com o tempo de operação superior ao tempo normalizado;

3) Perdas e falhas por qualidade:

- Retrabalho ou fabricação defeituosa
- Interrupções por start-up ou provocadas na abertura da fabricação por causa dos ajustes a fim de tornar a máquina estável.

O índice OEE é reconhecido pela ligação do período no qual agregou-se valor ao produto final e o período do processo de fabricação da máquina, isto é, subtraindo as perdas por qualidade, eficiência e disponibilidade. Uma máquina somente conseguirá alcançar uma eficiência ideal apenas se atuar disponível e dentro de um funcionamento adequado, de outro modo, quão maior for a disponibilidade, esta máquina poderá aumentar a produção. Utilizando as máquinas com máxima eficiência e objetivando a “quebra zero”, a empresa atingirá seguramente maiores resultados dos indicadores de produção e conseqüentemente a elevação do lucro. A apresentação da fórmula que multiplica esses três elementos indicados no modo percentual que define o indicador de eficiência global do equipamento conforme retratado por Nakajima (1989), abaixo na Figura 2.

Figura 2 - Fatores que compõe o indicador OEE



Fonte - Adequado de Nakajima (1989)

Os três fatores apresentados na Figura 2 são adquiridos por meio das seguintes equações abaixo:

Fator disponibilidade: Avalia as perdas por interrupções não programadas, incluindo todas as ocorrências que venham a parar uma linha de produção programada por algum período. Referências sobre este tipo de parada são falhas de máquinas, ausência de matéria prima e períodos de modificações na linha ou ajustes (Setup). A duração de Setup está embutida na fórmula do OEE, por ser um gênero de parada do processo de produção. É possível que não seja capaz de excluir o período de Setup, mas em grande parte é realizado a redução de tempo do mesmo.

$$Disp. (\%) = \frac{\text{Período Total Planejado} - \text{Paradas Programadas} - \text{Paradas Não Programadas}}{\text{Período Total Planejado} - \text{Paradas Programadas}} \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

- **Período Total Planejado:** período planejado para a máquina conforme a necessidade de produção relacionada a máquina;
- **Paradas Programadas:** período planejado para manutenção planejada, almoço, folga, qualificações;
- **Paradas Não Programadas:** período utilizado para paradas atípicas, por exemplo, ações corretivas, ajustes, modificação nas linhas;

Fator eficiência operacional: Avalia as interrupções por velocidade, que engloba seja qual for o motivo pelo qual o processo de produção funcione inferiormente à sua

velocidade máxima. Referências sobre esse ponto são máquinas desgastadas, matérias-primas de baixa qualidade, equipamentos conduzidos de modo anômalo, inabilidade do operador.

$$Efic.(\%) = \frac{\text{Tempo Teórico de Ciclo} \times \text{Total de Itens Produzidos}}{\text{Tempo Total Programado} - \text{Paradas Planejadas} - \text{Paradas Não planejadas}} \times 100 \quad (2)$$

Fator qualidade do produto: Avalia as interrupções do setor de qualidade, que inclui a quantidade de produtos produzidos que não satisfazem às normas de qualidade determinadas pela organização, os chamados refugos, e pelos produtos que precisarão ser retrabalhados.

$$Qualidade(\%) = \frac{\text{Total de Itens Produzidos} - (\text{Total de Refugos} + \text{Retrabalho})}{\text{Total de Itens Produzidos}} \times 100 \quad (3)$$

Organizações que empregam o indicador de desempenho OEE a fim de mensurar a eficiência das máquinas, geralmente no início é identificado resultados que estão entre 30% a 60%, segundo Nakajima (1989). Conforme uma pesquisa realizada em uma organização fabricante de autopeças, num setor escolhido da linha de produção pode ser verificado uma eficiência de 76%, disponibilidade de 84% e qualidade de 97%, em que essas variáveis multiplicadas tem resultado igual a 62% referente ao índice de eficiência geral, conforme apresentado por Chand e Shirvani (2000).

Caso os indicadores de eficiência, disponibilidade e qualidade tenham sido formados por informações com integridade de dados, se o resultado do OEE apresentar 85% ou superior a este, é avaliado como uma ótima nota de eficiência geral para a organização. É relevante salientar que em diversos momentos a imagem absorvida do indicador de eficiência geral fabril não é clara.

### 2.3 Metodologia PDCA

“O Ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização.” (WERKEMA, 2014, p. 24).

O controle de processos é desempenhado mediante o giro do PDCA. Segundo Werkema (2014), este ciclo é composto pelas fases abaixo:

Planejamento (P): Consiste no estabelecimento de metas e do modo para conseguir atingir as metas escolhidas.

Execução (D): Completar as atividades justamente como foi programado na fase de planejamento e adquirir informações que serão necessárias na fase seguinte de verificação do processo. Na fase de execução é fundamental a educação e qualificação no trabalho.

Verificação (C): Por meio das informações coletadas na fase execução, checar o resultado obtido com a meta definida.

Atuação Corretiva (A): Essa fase está reservada para agir no processo em função dos resultados alcançados.

Conforme o emprego da metodologia PDCA será necessário a utilização de várias ferramentas a fim de reunir, processar e disponibilizar informações indispensáveis à direção das fases do PDCA. As ferramentas citadas são nomeadas ferramentas da qualidade, é importante também levar em consideração as técnicas estatísticas que são de suma importância, conforme Campos (1994) apresenta, são:

Sete Ferramentas da Qualidade (Estratificação, Folha de Verificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Histograma, Diagrama de Dispersão, Gráfico de Controle); Amostragem; Análise de Variância; Análise de Regressão; Planejamentos de Experimentos; Otimização de Processos; Análise Multivariada, Confiabilidade.

É destacado ainda conforme o autor, para compreender a função das ferramentas da qualidade inclusas no método PDCA, é preciso salientar que a meta (efeito) é adquirida mediante o ciclo PDCA. Por meio da maior quantidade de informações (conhecimentos, fatos, dados) que são reunidas ao método, grandes serão as possibilidades de obtenção da meta e mais ainda será a urgência do emprego de instrumentos pertinentes para reunir, processar e disponibilizar estes



dados no decorrer do processo PDCA. É importante realçar que a evolução das ferramentas utilizadas deverá acontecer conforme a evolução da capacidade de obtenção das metas.

Segundo Werkema (1995), referente ao método PDCA precisamos realizar as seguintes observações:

Planejamento (P): O problema apontado na etapa “Planejar” do PDCA é provocado por meio da meta de melhoria, a mesma pode referir-se a um dos dois conjuntos relacionados abaixo:

Meta “Favorável”: Esta meta acontece por meio do plano estratégico, embasada nos requisitos do mercado e na necessidade de permanência da organização.

Meta “Desfavorável”: Esta meta surge por meio de irregularidades crônicas. Este trabalho tem o intuito de atingir metas desfavoráveis, que não acrescentam valor, visto que somente corrige alguma coisa que antes foi inadequadamente realizado.

Em seguida é realizado a determinação da meta e o reconhecimento do problema, necessita ser efetuada uma reflexão do problema, a fim de que as propriedades do problema sejam identificadas. A reflexão do problema, desempenhada em relação aos desfechos, baseia-se em averiguar as propriedades exclusivas do problema, com uma interpretação extensa de diversos aspectos. Esta reflexão possibilita a determinação da causa raiz do problema.

A etapa seguinte da fase “Planejar” é o estudo do processo, realizado a partir dos meios, que tem por finalidade a exploração dos motivos fundamentais do problema. No estudo de processo precisamos apurar a relação que existe entre o acontecimento, restringindo a atenção na essência do problema apontado na etapa anterior, e determinadas irregularidades que possam existir no processo.

Posteriormente o levantamento do estudo de processo é preciso elaborar o plano de ação, que é um agrupamento de medida preventiva permanente do plano de ação, terá que ser estabelecido o “5W2H”. O que será realizado “What?”; Quando será realizado “When?”; Quem realizará? “Who?”; Onde será realizado? “Where?”; Por que será realizado? “Why?”; Como será realizado? “How”; Qual será o custo? “How Much?”.

A fase de planejamento do método PDCA está embasado na determinação de metas sobre os desfechos e na decisão de ações que precisarão ser efetuadas a fim de que a meta proposta possa ser alcançada. Esta fase é a mais trabalhosa do método PDCA. Entretanto quanto maior for a quantidade de informações reunidas no planejamento, maior será a capacidade de que cada meta seja atingida. Dessa forma, quanto maior for a quantidade de dados manipulados, maior será a necessidade da utilização de ferramentas adequadas para reunir, processar e disponibilizar estes dados. É necessário ressaltar que a quantidade de dados e o nível de refinamento das ferramentas necessárias à fase “Planejar” diferenciam conforme a categoria de atividade o método PDCA está introduzido, isto é, consiste no grau de dificuldade do problema em questão.

Execução (D): A fase “Executar” do método PDCA é baseada na qualificação das atividades determinadas no plano de ação, no cumprimento dessas atividades e no levantamento de dados que serão aproveitados na próxima fase, de validação da ação empregada.

Verificação (C): Na fase “Verificar” do método PDCA é realizada a validação da ação definida empregada. Se a ação não foi concreta e a meta proposta não foi alcançada, precisamos regressar a fase de reflexão, e realizar uma nova verificação e construir um novo plano de ação.

Atuação Corretiva (A): A fase “Agir” do método PDCA baseia-se em optar como modelo as ações que obtiveram sucesso, ou seja, as ações que atingiram a meta. Veja que, para a efetividade do atingimento da meta de melhoria seja capaz de acontecer, o novo modo de atuação definido por meio do método PDCA necessitará ser empregado no dia a dia, sendo assim constituindo o novo nível a ser praticado como padrão.

Posteriormente a padronização é efetuada a fase de conclusão, onde deve ser realizada uma retificação das tarefas efetuadas e o planejamento para a atividade futura.

## 2.4 Gráfico de Pareto

Segundo Werkema (2014), o gráfico de Pareto prepara os dados de maneira que se faz possível o reconhecimento dos principais motivos de um problema. Esses motivos constituem fatores que consiste um processo.

Equipamentos ou Máquinas: Tipo de instrumento empregado, modo de operação, manutenção e desgaste.

Insumos ou Matéria Prima: Transporte, armazenamento, tipo, lote, fornecedor.

Medidas ou Informação do Processo: Método de Medição, calibração de aparelhos.

Condições Ambientais: Clima, iluminação, temperatura e umidade.

Mão de Obra: Experiência, treinamento e idade.

Métodos ou Procedimentos: Clareza das instruções, informação e atualização.

## 2.5 Diagrama de Causa e Efeito

De acordo com Werkema (1995), para a aplicação do diagrama, é necessário que sejam seguidas as etapas abaixo:

1º Etapa: Determinar o problema a ser analisado e o que pretende alcançar.

2º Etapa: Analisar e compreender o processo abrangido por meio de estudo, documentação, compartilhamento de observações com indivíduos envolvidos.

3º Etapa: Realizar uma reunião com os indivíduos envolvidos no processo e debater o problema, é relevante incentivar todos a apresentarem suas ideias, praticar um brainstorming.

4º Etapa: Em seguida levantar todos os dados, organizá-los em causas de nível principal, nível intermediário e baixo nível, desconsiderando os dados sem importância.

5º Etapa: Construir o diagrama e averiguar com todos o cenário atual.

6º Etapa: Apontar aquilo que é mais significativo a fim de atingir a meta que se tem a intenção de alcançar.

### **3 METODOLOGIA**

O presente capítulo é direcionado a metodologia abordada no estudo. O conteúdo 3.1 é retratado o como foi realizado a pesquisa do assunto discutido, o conteúdo seguinte é reservado à etapa de definição dos objetivos e o último conteúdo é dedicado aos procedimentos utilizados.

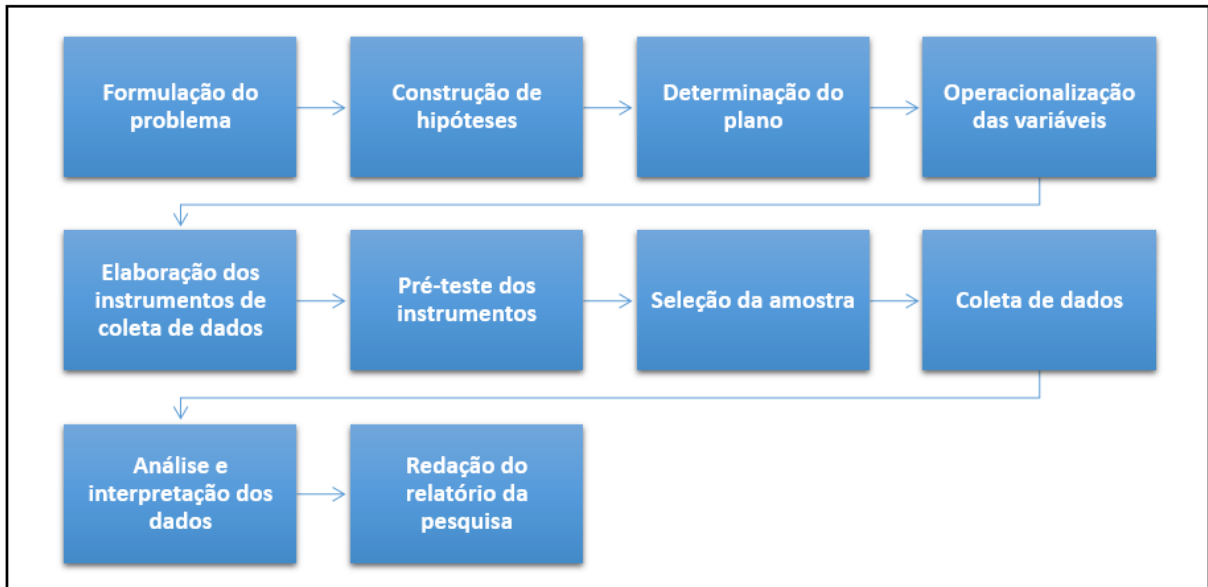
#### **3.1 Especificação dos Meios de Estudo**

Segundo Gil (1991), é possível que uma pesquisa seja definida como um processo racional e sistemático que possui a finalidade de disponibilizar soluções às dificuldades que são apresentadas. Um estudo é necessário quando não se possui dados satisfatórios a fim de solucionar o problema, ou então no momento em que o conhecimento disponível situa-se em condição de desarranjo que não está apropriadamente relacionado ao problema.

A pesquisa é expandida por meio do processo das informações adquiridas e o emprego cuidadoso de metodologia, artifícios e outros estudos científicos. Na verdade, a pesquisa amplia-se no decorrer de um procedimento que abrange diversas etapas, a começar por uma apropriada formulação do problema até a aceitável exposição das conclusões, conforme Gil (1991).

A concepção de um plano de estudo é arranjada através da avaliação das fases indispensáveis ao desenvolvimento do estudo. Com a finalidade de promover o acompanhamento das ações equivalentes a cada uma das fases, é utilizado a demonstração da sequência de pesquisa em formato de diagrama, exposto na Figura 3. É adequado lembrar que organização dessas fases não é definitivamente inflexível. Em diversos acontecimentos, é admissível resumi-la ou altera-la, determinação que compete ao pesquisador, que conseguirá ajustar o fluxo aos acontecimentos específicos, de acordo com Gil (1991).

**Figura 3 – Diagrama de pesquisa**



Fonte - Adequado de Gil (1991)

### 3.1.1 Referência à Discussão Tratada

Visto que foi estabelecido o problema a ser pesquisado, a fase seguinte será a seleção do padrão de pesquisa que conduzirá as decorrentes ações. Sobre a interpretação do problema, esse padrão pode estar agrupado de maneira quantitativa ou qualitativa, conforme retratado por Gil (1991).

Considera-se a pesquisa de forma quantitativa, em que os problemas conseguem ser quantificáveis de modo que possa ser realizado análises e obtido soluções, por meio da aplicação de recursos estatísticos e ferramentas da qualidade (SILVA; MENEZES, 2005)

### 3.1.2 Referência aos Objetivos Abordados

Segundo Gil (1991), por meio dos objetivos as pesquisas podem ser categorizadas em três tipos de pesquisas: exploratória, descritiva e explicativa.

As pesquisas exploratórias possuem como propósito possibilitar grande familiaridade com o problema em questão e torná-lo possível uma vez que o mesmo é capaz de ser produzido por meio de hipóteses. Envolvendo investigação de literatura, diálogos com indivíduos que possuíram experiências reais com o problema em análise, observação de exemplos que incentivem o entendimento. Estudos de

casos e pesquisas de literatura são muito utilizados nas pesquisas exploratórias, visto que aplicam muito o instinto do explorador, conforme Gil (1991) apresenta.

A pesquisa descritiva objetiva caracterizar um estabelecido fenômeno, população ou determinada relação entre aspectos empregando a pesquisa e relação de informações qualitativas, mas de preferência quantitativas (GIL, 1991).

De acordo com Gil (1991), a pesquisa explicativa procura reconhecer e explanar os motivos de determinado fenômeno a ser analisado, manifestando veracidade ao esclarecer a causa raiz das coisas. Dispõe dar continuação nas pesquisas exploratórias e descritivas, visto que fornecem uma interpretação mais caracterizada do assunto questão.

### **3.1.3 Referência aos Procedimentos Utilizados**

Mediante teoria apresentada por Gil (1991), existe oito tipos de métodos técnicos são conhecidos como: Pesquisa Bibliográfica que é realizada no embasamento de trabalhos já existentes, constituída particularmente artigos periódicos, trabalhos expostos na internet e livros; Pesquisa Documental, similar a bibliográfica, mas que se refere a materiais que não foram examinados minuciosamente; Pesquisa Experimental, baseia-se em designar maneiras de análise e controle dos efeitos que o fator provoca; Levantamento, consiste em uma pesquisa que abrange a entrevista com indivíduos do qual comportamento se pretende conhecer; Estudo de Caso, ocorre no momento em que se compreende a pesquisa trabalhos em relação a um ou poucos instrumentos de modo que se possibilite seu vasto e aprofundado estudo; Pesquisa Expost-Facto, é realizada na ocasião em que o trabalho em si se concretiza após os acontecimentos; Pesquisa-ação, consiste quando o desenvolvimento é feito por meio de restrita agregação em conjunto com ação ou solução de uma dificuldade comunitária. Os integrantes e pesquisadores que representam o cenário ou do problema que são implicados de forma participativa ou cooperativa; Pesquisa Participante, baseia-se em uma integração entre investigadores e indivíduos dos contextos investigados.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

Neste capítulo consiste em na apresentação da empresa onde ocorre a atual estudo, indicado no conteúdo 4.1 e as informações coletadas no decorrer do estudo de caso, conteúdo 4.2. Em continuidade, é exposto o processo de execução das ferramentas da qualidade, referenciadas no assunto abordado pelo Capítulo 2.

### **4.1 Apresentação da Organização**

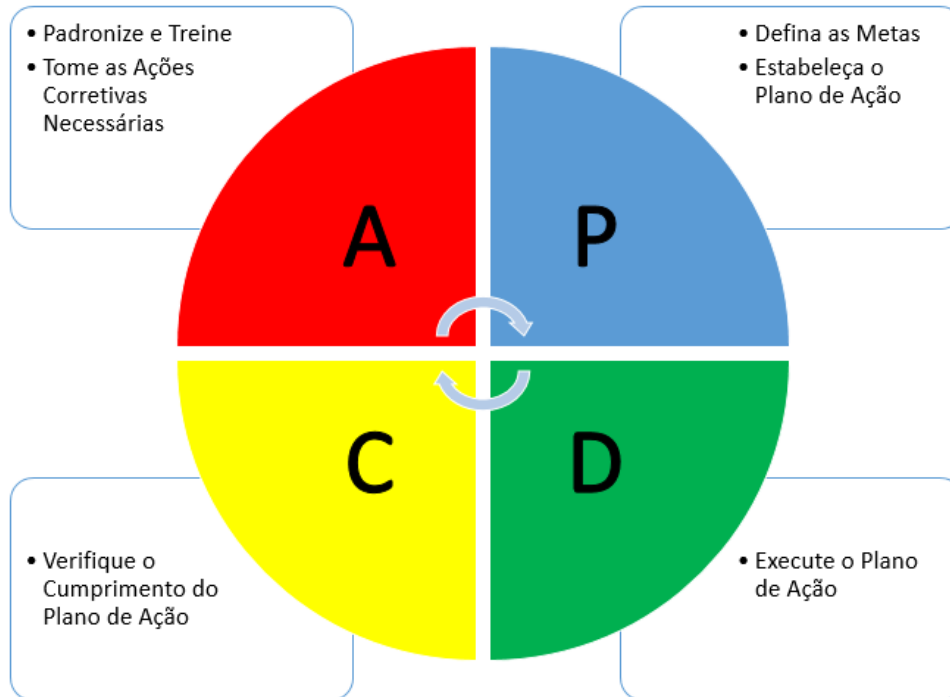
O presente estudo de caso retratado foi executado mediante um levantamento de dados com o auxílio de indicadores de desempenho, acompanhamento de produção e paradas de linha, e entre outros instrumentos aptos de coletar todos os dados fundamentais para a elaboração deste estudo.

Esse trabalho foi desenvolvido em uma organização de grande porte localizada na região do Vale do Paraíba tal qual exerce no ramo de envase de bebidas não alcoólicas com o objetivo de detectar as possíveis causas que implicam no baixo índice de OEE.

De acordo com Kardec e Nascif (2009), em etapa de projeto é preciso o levantamento de necessidades contendo os utilizadores referentes aos setores de manutenção e operação, além das informações específicas para a sua concepção, integridade de dados e detalhamento, dentre outros, são de principal relevância, pois irão afetar diretamente nas demais etapas, resultando em uma interferência no desempenho e na economia.

Em busca da melhoria contínua no setor de envase foi decidido pelo departamento de sistema de gestão da empresa a utilização da metodologia PDCA. A Figura 4 tem como finalidade apresentar as quatro etapas do ciclo PDCA, já especificadas previamente.

**Figura 4 – O ciclo PDCA**



**Fonte - Adequado de Kardec e Nascif (2009)**

Por meio dessa metodologia empregada foi possível executar todas as fases do estudo de caso em questão, desde o planejamento para a definição do problema, meta a ser atingida, coleta e análise de informações, elaboração de um plano de ação focado nas variáveis que interferem no indicador OEE, execução das ações definidas no plano, verificação dos efeitos causados após o cumprimento das ações e até a obtenção do resultado final deste processo.

## **4.2 Fases de Implementação**

Para o processo de planejamento do estudo de caso nesta organização definida, foi realizado um fluxo de fases conforme apresentado na Figura 5. Na primeira fase é abordado a escolha de um dos fatores que compõe o indicador OEE, por meio da ferramenta Diagrama de Pareto, o qual estará sujeito a análise dos resultados com o intuito de melhoria no processo.



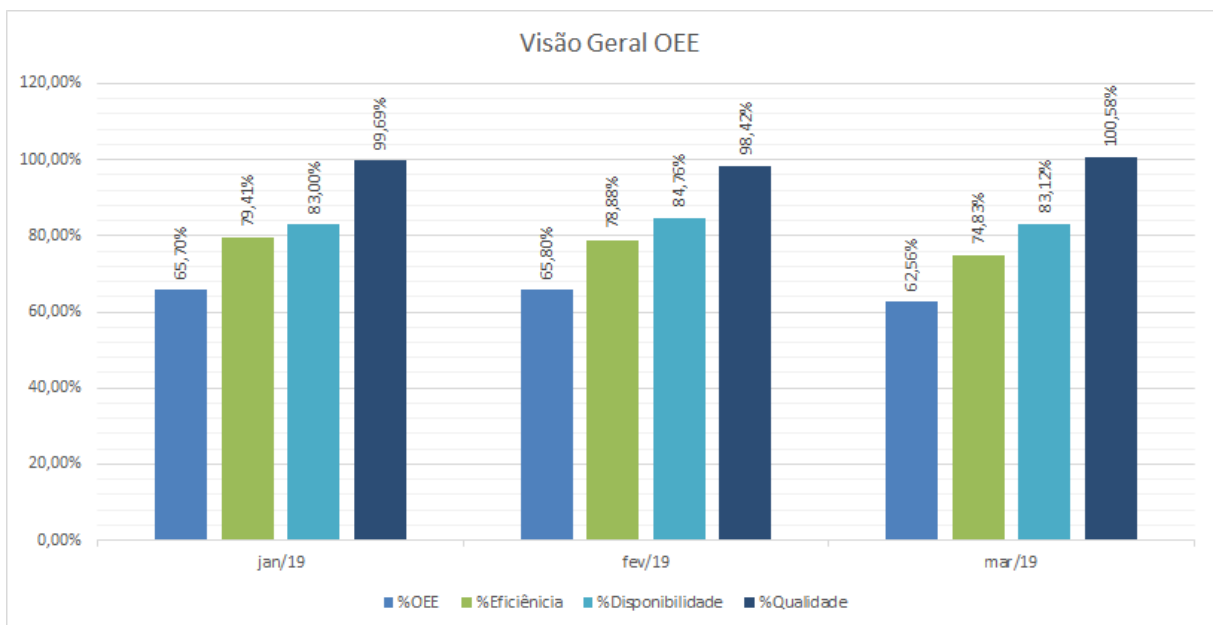
Figura 5 - Fluxo de fases

FASE	PROCEDIMENTO
1	Delimitação de um dos fatores do OEE à ser estudado
2	Coleta de dados referente a Eficiência Fabril em um determinado tempo
3	Decisão da linha de produção analisada no estudo de caso
4	Levantamento de informações sobre paradas por eficiência
5	Elaboração do plano de ação
6	Cumprimento das ações propostas
7	Avaliação do resultado obtido

Fonte - Elaborado pelo autor

Com a finalidade de definir o fator derivado do OEE a ser estudado, decidiu-se que seria utilizado como objeto de estudo o fator Eficiência. Esta decisão está embasada na apresentação do comportamento dos resultados deste indicador obtidos nos meses de janeiro a março deste ano. Após a escolha do estudo referente a eficiência fabril, foi definida a linha de produção a ser aprofundada neste caso, levando em consideração os efeitos que a mesma está provocando neste indicador de desempenho.

Figura 6 - Visão Geral OEE



Fonte - Elaborado pelo autor

Conforme assunto a ser analisado neste trabalho, constituirá em um foco nas consequências da linha de envase “K1”, local onde é envasado alguns dos principais produtos da organização. Esta linha de produção apresenta em seus resultados a maior diferença entre a meta definida para o indicador de eficiência e o que foi

efetivamente realizado naquele período, ou seja, a linha que está mais afastada do alcance da meta comparada as outras cinco linhas de produção, conforme demonstrado na Tabela 1.

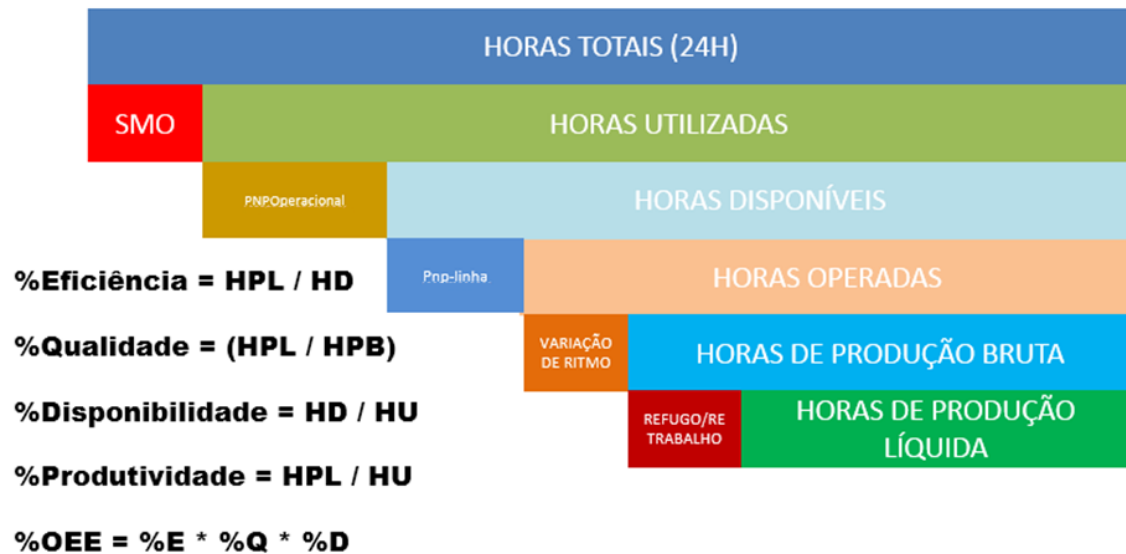
**Tabela 1 - Resultados e metas de eficiência das linhas de janeiro a março**

Linha de Produção	Qnt. Horas de Produção Líquida	Horas Disponíveis	Resultado Eficiência Jan à Mar/19	Meta	Diferença
<b>Linha K1</b>	<b>569,03</b>	<b>771,97</b>	<b>73,71%</b>	<b>82,00%</b>	<b>8,29%</b>
Linha K2	813,13	1.224,85	66,39%	74,00%	7,61%
Linha K3	899,87	1.103,97	81,51%	88,00%	6,49%
Linha K4	903,35	1.211,43	74,57%	80,00%	5,43%
Linha K5	1.298,46	1.420,77	91,39%	95,00%	3,61%
Linha K6	1.297,75	1.689,80	76,80%	77,00%	0,20%

**Fonte - Elaborado pelo autor**

A organização define como diagrama de eficiência global da máquina a seguinte Figura 7, composta por Horas Totais que é interpretada pelo total de horas de um dia inteiro; Horas Utilizadas que é definida por Horas Totais menos paradas por SMO (Sem Mão de Obra); Horas Disponíveis que consiste em Horas Totais menos a somatória de paradas por SMO e PNP (Parada Não Programada) Operacional; Horas Operadas são Horas Totais menos a somatória de paradas por SMO, PNP Operacional e PNP Linha; Horas de Produção Bruta é definida por Horas Totais menos a somatória de paradas por SMO, PNP Operacional, PNP Linha e Variação de Ritmo; e por fim Horas de Produção Líquida consiste em Horas Totais menos a somatória de paradas por SMO, PNP Operacional, PNP Linha, Variação de Ritmo e Refugo/Retrabalho.

**Figura 7 - Diagrama de horas empregadas pela organização**



**Fonte - Elaborado pelo autor**

Com o intuito de aumentar o número de pacotes na produção e assegurar o avanço da marca no mercado, esta linha é encarregada de garantir grande parte do lucro da empresa e preferência na visão da gerencia, sendo assim foi realizado análises das paradas não programadas nesta linha de envase que por consequência contribuíam para que o valor do indicador de eficiência tivesse um resultado muito baixo.

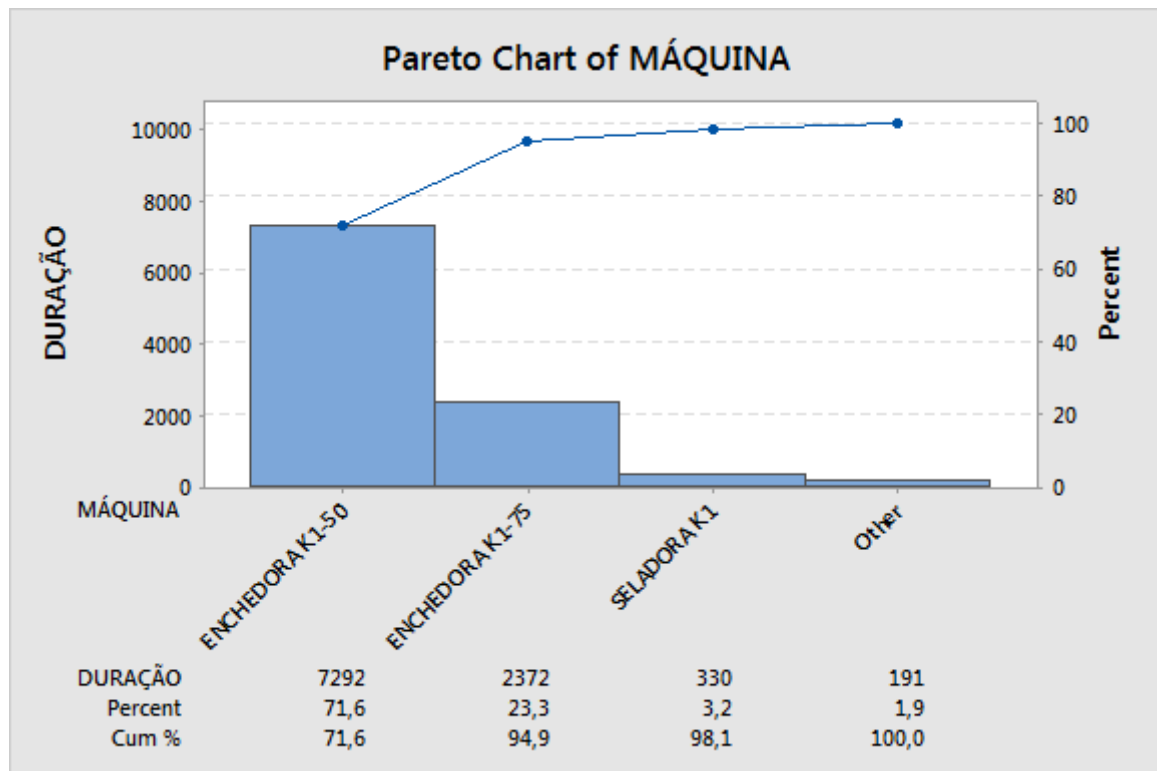
A empresa usa uma nomenclatura para o grupo de paradas citados acima como “PNP Operacional” e “PNP Linha”, segue abaixo a relação mencionando o tipo de parada e onde se enquadra.

PNP Operacional: Parada de Qualidade, Programada, Externa, Logística, Utilidades e PCP.

PNP Linha: Parada Mecânica, Operacional, Elétrica e Sopradora.

A partir da coleta de dados referente as paradas na linha de produção “K1” foi possível realizar um gráfico de Pareto que estratificou os principais tipos de causas de uma máquina que provocam interrupções no envase do produto e seus respectivos tempos de parada em minutos. Este gráfico de Pareto auxiliou na elaboração do plano de ação, fornecendo informações importantes para a tomada de decisão, além dos dados adquiridos junto aos operadores de máquina da linha em questão

Figura 8 – Gráfico Pareto das máquinas

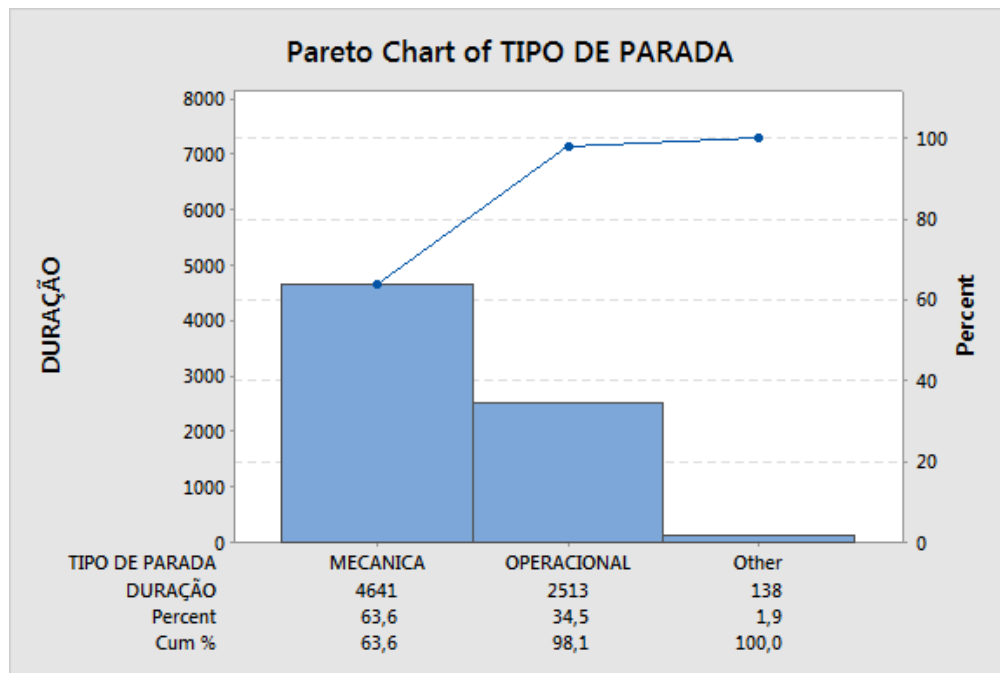


Fonte - Elaborado pelo autor

Por meio da investigação efetuada com relação as paradas não programadas por eficiência puderam se constatar que a máquina com maior índice de paradas é a “ENCHEDORA K1-50”, pois apresenta cerca de 70% de todas as paradas contidas na linha de envase “K1”.

Após a realização da estratificação e escolha da máquina a ser estudada, a qual possui maior quantidade de interferências de produção, foi apresentado na Figura 9 o tempo que a máquina se encontrava interrompida classificando-a por tipos de paradas da máquina “ENCHEDORA K1-50” com o intuito de tratar estes problemas e diminuir este tempo de parada que consequentemente afeta no rendimento do equipamento e no baixo índice do indicador de eficiência da linha de produção “K1”. Foi verificado que a parada “MECANICA” é a que mais interfere no rendimento da máquina aqui estudada.

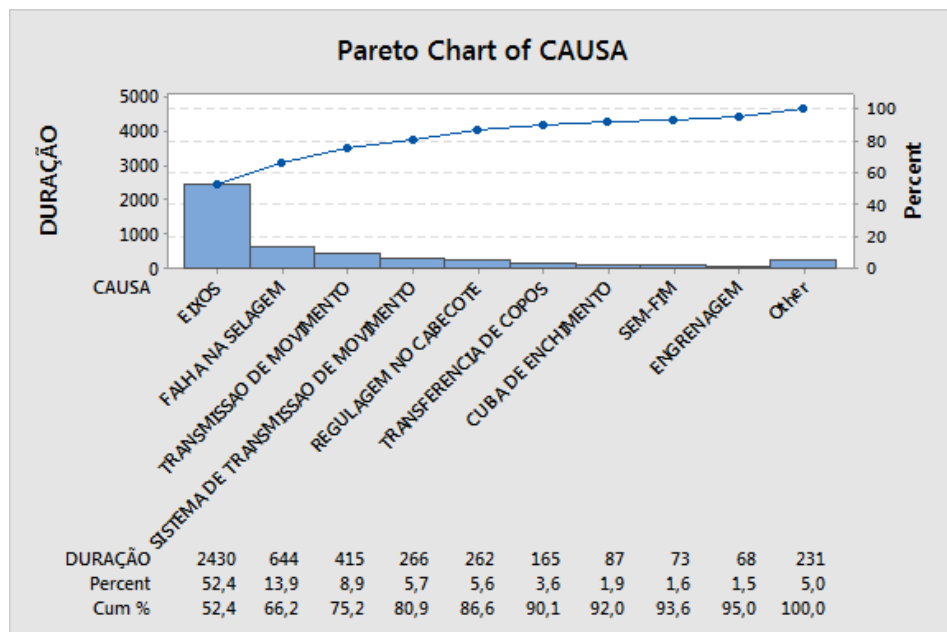
Figura 9 - Gráfico Pareto dos tipos de parada



Fonte - Elaborado pelo autor

Conforme demonstrado o alto tempo registrado pelo tipo de parada “MECANICA”, a próxima etapa foi realizar uma estratificação das causas que compõe esse fator apresentada na Figura 10 da “ENCHEDORA K1-50”. Esta informação auxiliará na investigação da causa raiz do problema, e na elaboração do plano de ação do estudo.

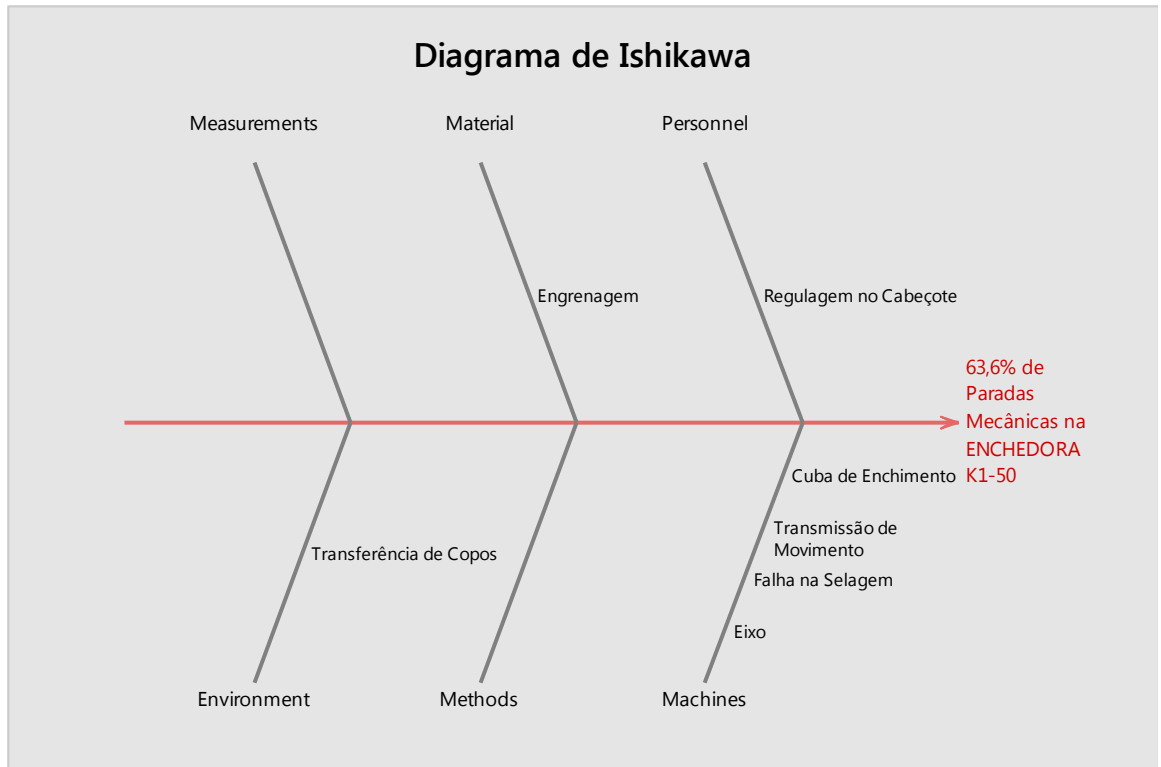
Figura 10 - Gráfico Pareto de causa



Fonte - Elaborado pelo autor

Após a etapa de elaboração do gráfico de Pareto, foi possível com as informações nele contidas, construir o Diagrama de Ishikawa que aponta as principais causas das paradas mecânicas na “ENCHEDORA K1-50”.

**Figura 11 - Diagrama de Ishikawa**



**Fonte - Elaborado pelo autor**

Mediante o Diagrama de Ishikawa retratado com as principais causas de parada na máquina “ENCHEDORA K1-50” da linha de produção “K1” foi confeccionado um plano de ação com o intuito de aumentar o valor do indicador de eficiência em 2%. Neste plano de ação houve a participação dos setores produção e manutenção, setores estes que estão envolvidos diretamente no resultado a ser alcançado.

Tabela 2 - Plano de ação (5W2H)

O QUE? (WHAT?)	POR QUE? (WHY?)	ONDE? (WHERE?)	QUEM? (WHO?)	QUANDO? (WHEN?)	COMO? (HOW?)	QUANTO CUSTA? (HOW MUCH?)	STATUS
Realizar revisão na máquina "ENCHEDORA K1-50".	Apresenta desgaste em algumas peças facilitando a ocorrência de paradas na linha de produção.	ENCHEDORA K1-50	Mantenedor	05/abr	Executando a ação preventiva.	Sem custo	Executada
Comprar um conjunto de selagem de produto.	Atuais estão em estado precário, necessitando de substituição.	ENCHEDORA K1-51	Planejador	10/abr	Realizando um processo de compra.	R\$ 3.120,00	Executada.
Desobstruir as esteiras transportadoras de produto.	Esteiras estão obstruídas por causa da poeira que mistura ao lubrificante da esteira.	ENCHEDORA K1-51	Mantenedor	06/abr	Efetuando a limpeza das esteiras transportadoras (5S).	Sem custo	Executada
Elaborar Instrução de Trabalho para a regulagem do cabeote da máquina.	Regulagens sendo realizadas de maneira incorreta.	ENCHEDORA K1-51	Planejador	12/abr	Criando a partir da experiência dos mantenedores uma Instrução de Trabalho adequada.	Sem custo	Executada

Fonte - Elaborado pelo autor

Portanto, foi elaborado por meio dos dados coletados um plano de ação baseado em atividades específicas que influenciarão diretamente na meta a ser atingida.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente capítulo serão demonstrados os resultados alcançados por meio de uma análise dos fatores que compõem o indicador de desempenho OEE, e seus efeitos atingidos.

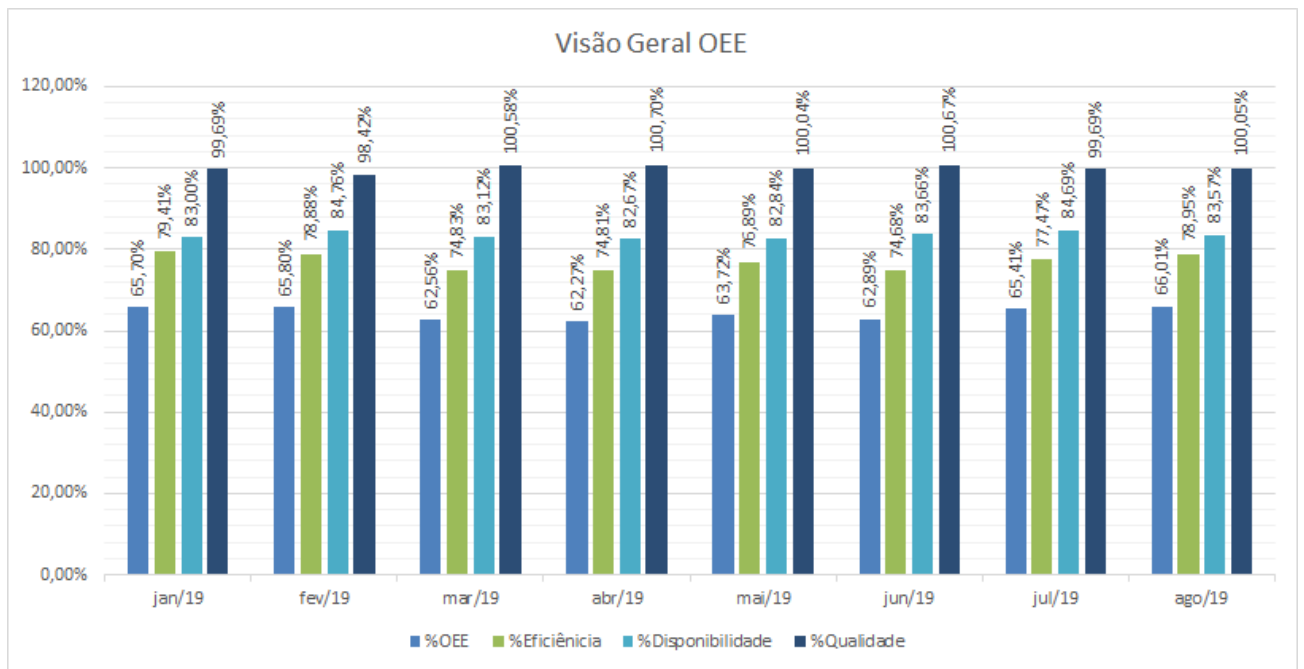
### 5.1 Análise do índice OEE

Após a realização das etapas de planejamento e desenvolvimento do estudo em questão, foi possível obter os resultados da análise dos fatores que compõem o indicador de desempenho OEE, por meio da estratificação de informações realizada

e o tratamento elaborado para atuar nesses dados obtidos, apurando cada informação com a devida cautela, identificando suas características e observando como cada causa influência no resultado final da eficiência fabril.

A seguir é evidenciado os resultados obtidos após as etapas de planejamento e execução.

**Figura 12 - Visão Geral OEE atualizada**



**Fonte - Elaborado pelo autor**

É possível observar nos resultados do indicador de eficiência fabril um aumento de 4,14% nos dados referente aos meses de abril e agosto a partir do mês que houve a elaboração do plano de ação para melhoria do mesmo. As ações definidas influenciaram ativamente no comportamento desse indicador após as quedas nos meses março e abril.

Posteriormente a apuração dos resultados da eficiência, vamos analisar abaixo o desempenho da linha "K1".



**Tabela 3 - Resultados e metas de eficiência das linhas de produção atualizadas**

Linha de Produção	Qnt. Horas de Produção Líquida	Horas Disponíveis	Resultado Eficiência Abr à Jun/19	Meta	Diferença
Linha K4	638,40	949,63	67,23%	80,00%	12,77%
Linha K5	964,23	1.119,33	86,14%	95,00%	8,86%
Linha K3	604,79	753,43	80,27%	88,00%	7,73%
Linha K2	625,52	923,13	67,76%	74,00%	6,24%
<b>Linha K1</b>	<b>586,24</b>	<b>754,52</b>	<b>77,70%</b>	<b>82,00%</b>	<b>4,30%</b>
Linha K6	1.073,28	1.453,45	73,84%	77,00%	3,16%

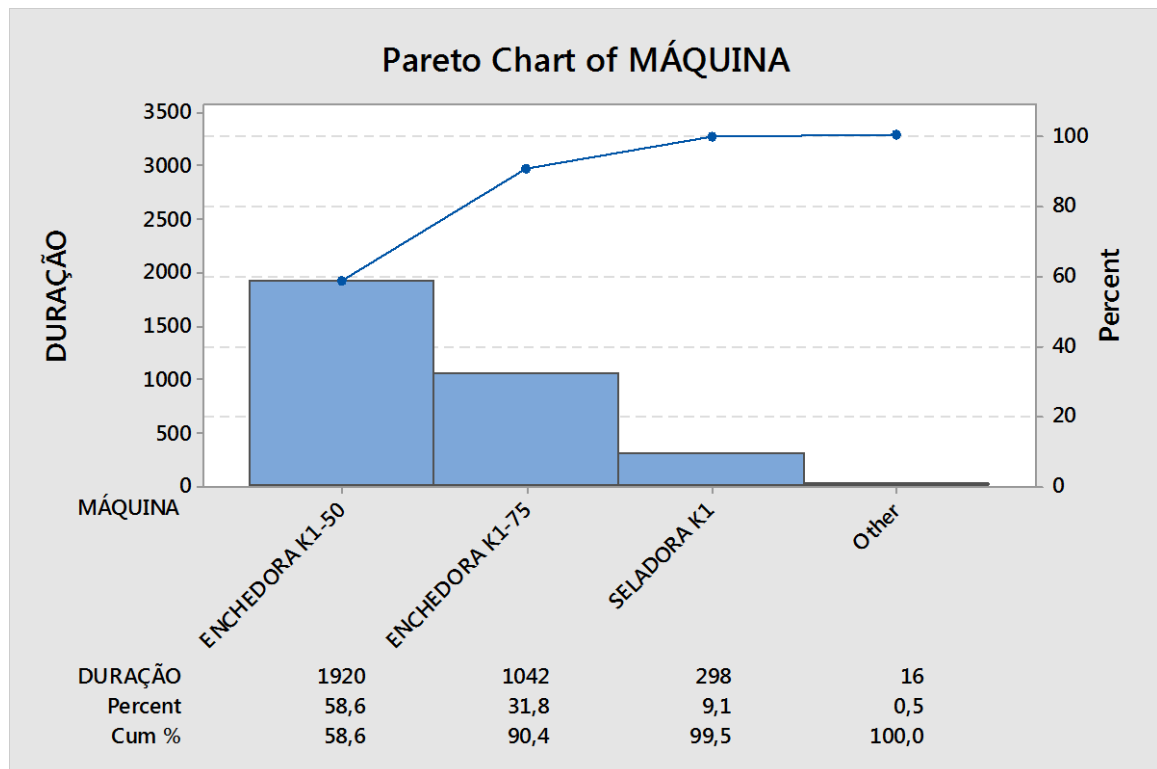
Fonte - Elaborado pelo autor

Os efeitos alcançados por meio deste estudo apresentaram diversos itens a serem notados. Após o cumprimento das ações o indicador de eficiência da linha de produção “K1” ampliou em 4%, sendo submetidas às ferramentas de resolução de problemas conquistaram resultados mais satisfatórios ao fim do estudo referente à coleta de dados anterior às melhorias otimizadas.

Pode-se observar no que se refere ao plano de ação, em que grande parte das atividades foi ordem operacional, isto é, não foi preciso haver custos financeiros significativos com finalidade de reparar não conformidades. Evidenciado na Tabela 2, onde demonstra que a ruptura como um defeito perceptível, isto é, a ruptura é consequência de diversas pequenas falhas camufladas, mas em sua grande parte vinculada à desgastes, falta de limpeza, folgas, vazamentos e etc. Tais irregularidades foram notadas na melhoria das condições fundamentais da máquina e nas instruções básicas de operação e manutenção.

Outro ponto de vista a ser apontado é referente ao número total de paradas não programadas na linha de produção “K1”. Uma das finalidades era a diminuição da duração de paradas que apresentava um valor de 7.292 minutos durante os meses de janeiro, fevereiro e março. A partir do mês de estudo atingiu-se um valor de 1.920 minutos (reduzido 73%) nos meses de abril, maio e junho conforme Figura 13, ou seja, o objetivo foi atingido.

Figura 13 - Gráfico Pareto das máquinas atualizado



Fonte - Elaborado pelo autor

Portanto, a procura por lucro em eficiência operacional é um meio de melhoria contínua, isto é, se faz necessário utilizar a metodologia PDCA a fim de assegurar a eficiência do processo e a solução de novos defeitos que ocorrem. Para preservar e aperfeiçoar os resultados atingidos é essencial que o método continue sendo aplicado, senão, sem a conceituação do trabalho, os resultados buscarão a retomada dos paradigmas históricos. É relevante ressaltar a influência de uma boa comunicação entre técnicos de manutenção e operadores de máquina no reconhecimento de imediato de pequenos defeitos que ocorrem na máquina no decorrer da produção. Além de que, uma adequada gestão prática correta de manutenção preventiva nas máquinas, com o propósito de assegurar um processo contínuo de envase, com o mínimo de intervalos por causa de falhas.

## 6 CONCLUSÃO

No presente trabalho foram empregados princípios e ferramentas de estudo e resolução de problemas em uma linha de envase de água de uma manufatura, com o intuito de aumento de eficiência da mesma. Foi estabelecido um indicador de desempenho, baseado nos requisitos definidos pela gerência da organização e determinados os fins com o argumento de contribuir na diminuição de custos dos produtos.

Com a prática da metodologia passaram a ser alcançados maiores resultados em relação a queda de alguns meses. Desta forma, na conclusão deste estudo demonstrou-se a efetividade do método em oferecer auxílio para a ação das práticas operacionais, contribuindo com a eficácia de provocar resultados favoráveis para o processo.

Todavia, é necessário destacar que o tempo de acompanhamento dos resultados foi pequeno e no começo do trabalho existiu variabilidade nos indicadores. Essa variabilidade pode ser vista como considerável, pois é um procedimento não utilizado na rotina da fábrica e a introdução de um novo conhecimento de trabalho necessita de instrução. Da mesma forma é preciso salientar que apenas os indicadores analisados neste trabalho não são capazes de garantir os ganhos no processo. É essencial estudar, além desses, outros indicadores de processo com o propósito de classificar de maneira vasta todos os fatores envolvidos no processo de produção.

Por fim, a solução em condições de habilidades para atingir as metas foi aceitável para a atual prática, sendo capaz de ser aperfeiçoada. Desse modo, é sugerido a sequência do emprego da metodologia e do acompanhamento de resultados, objetivando fornecer conhecimento a equipe de trabalho construído para seguinte expansão horizontal aos grupos de trabalho e demais linhas de produção. Com isto consentira à unidade organizacional expandir sua competitividade, colaborando com os princípios de melhoria contínua da organização.

Este estudo restringiu-se a empregar a metodologia PDCA a fim de solucionar problemas em uma linha de envase de água. Com a finalidade de expansão horizontal é necessário ser apontados que, para qualquer máquina, é preciso efetuar cada etapa da metodologia. As ações elaboradas não podem ser apenas copiadas, visto que é

necessário compreender e investigar as causas de interrupções em cada máquina e determinar um plano de ação exclusivo para cada situação.

Outros estudos também poderiam ser analisados, conforme aperfeiçoamentos nos fatores ergonômicos dos operadores e vantagens da qualidade. Referente a otimização do trabalho, os respectivos operadores indicaram melhoria, já que com a diminuição de paradas o colaborador de maneira mais sossegada, sem precisar se deslocar com excesso, sobretudo a fim de recolher produtos descartados depois de paradas e restauração da linha de produção

Entretanto essas reflexões não compôs os objetivos apresentados, assim sendo fundamental um acompanhamento mais específico a respeito destas variáveis para se alcançar os resultados almejados. Contudo, recomenda-se à organização efetuar a medição destes dados a fim de analisar as consequências nos procedimentos diários ou em outros indicadores de desempenho.

## 7 REFERÊNCIAS

CAMPOS, V. FALCONI. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia**. 6ª ed., Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1994.

CHAND, G.; SHIRVANI, B. **Implementation of TPM in cellular manufacture**. Journal of Material Processing, 2000.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª ed., São Paulo. Editora Atlas, 1991.

JEONG, K. Y.; PHILLIPS, D. T. **Operational efficiency and effectiveness measurement**. International Journal of Operations and Production Management, 2001.

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

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

LJUNGBERG, O. **Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities**. International Journal of Operations and Production Management, 1998.

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

PIRES, J. R.; DINIZ, A. E. **Evitando o Desperdício de Ferramentas de Torneamento em uma Produção Não Automatizada**, III Congresso Iberoamericano de Ingenieria Mecanica, Cuba, 1997.

SILVA E. L., MENEZES E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª edição revisada e atualizada, Florianópolis. UFSC, 2005.

WERKEMA, C. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: Elsevier 2014.