

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**JULIANO DESIOMBRA**

**IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA OEE (EFICIÊNCIA GLOBAL DO  
EQUIPAMENTO) NA LINHA DE PINTURA EM UMA INDÚSTRIA  
METALÚRGICA**

**MONOGRAFIA**

**PONTA GROSSA**

**2014**

**JULIANO DESIOMBRA**

**IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA OEE (EFICIÊNCIA GLOBAL DO  
EQUIPAMENTO) NA LINHA DE PINTURA EM UMA INDÚSTRIA  
METALÚRGICA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de produção, do departamento de engenharia de produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luis Mauricio Resende

**PONTA GROSSA**

**2014**

Folha destinada à inclusão da **Ficha Catalográfica** (elemento obrigatório somente para teses e dissertações) a ser solicitada ao Departamento de Biblioteca da UTFPR e posteriormente impressa no verso da Folha de Rosto (folha anterior).

Espaço destinado a elaboração da ficha catalográfica sob responsabilidade exclusiva do Departamento de Biblioteca da UTFPR.



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS PONTA GROSSA  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Curso de Especialização em Engenharia de Produção



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA OEE (EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO) NA LINHA DE PINTURA, EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA.**

por

**Juliano Desiombra**

Esta monografia foi apresentada no dia 18 de dezembro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

  
Prof. Dr. Lourival A. de Gois (UTFPR)  
Banca

  
Prof. Dr. Luis Mauricio de Resende  
(UTFPR)  
Orientador

Visto do Coordenador:

  
Prof. Dr. Luis Mauricio de Resende

## RESUMO

DESIOMBRA, Juliano. **Implantação da ferramenta OEE (eficiência global do equipamento)**: estudo de caso em uma empresa metalúrgica de grande porte. 2014. (55 pág.). Monografia (Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.

O presente trabalho teve por objetivo geral avaliar o processo de implementação da ferramenta OEE (eficiência global do equipamento) em uma empresa metalúrgica de grande porte. Este trabalho foi desenvolvido através das pesquisas: bibliográficas, exploratórias, quantitativas, qualitativas, pesquisa ação e documental. O desenvolvimento desta pesquisa descreve as etapas de implantação da ferramenta OEE, partindo de uma revisão bibliográfica, após o desenvolvimento dos cálculos de perdas, disponibilidades e eficiências e por final a implantação da ferramenta. O período da implantação da ferramenta OEE foi de cinco dias. Em um primeiro momento ocorreu o estudo da área e do equipamento a ser estudado. Foi feito um treinamento sobre as teorias de Manutenção Produtiva Total (TPM) para os integrantes do projeto, sendo as ações posteriormente executadas no chão de fábrica. Esse estudo buscou também discutir os indicadores de causa das perdas. Como conclusão, percebeu-se que a ferramenta estudada mostrou-se eficiente para a melhora produtiva do equipamento estudado.

**Palavras-chave:** Equipamento, OEE.

## ABSTRACT

DESIOMBRA, Juliano. **Deployment of OEE tool (overall equipment effectiveness): a case study in a large metallurgical company** . 2014 ( 55 of p . ) . Monograph ( Production Engineering ) - Federal Technological University of Paraná . Ponta Grossa , 2014 .

This study aimed to evaluate the process to implement an OEE (overall equipment efficiency) in a large metalurgical company. This work was developed using literature, exploratory, quantitative, qualitative, action research and documentation. The development of this research describes the steps to deploy the tool OEE from a bibliography research, the development of the equations to calculate losses, availability and efficiency. The time of deployment tool OEE were five days. In a first moment the area and equipment were studied. TPM theories were studied by the members of the project, and afterwords the OEE tool implementation actions were taken. This study also looked for discuss the losses indicators and their causes . It was possible to notice that OEE is an effective tool to improve equipment performance.

**Keywords:** Equipment, OEE.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo especificando a disponibilidade do equipamento.....	36
Figura 2 - Planilha de apontamentos de paradas.....	42
Figura 3 - Planilha de total produzido.....	43
Figura 4 – Perdas.....	43

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Pareto.....	44
Gráfico 2 - Gráfico sequencial.....	45
Gráfico 3 - Gráfico de média mensal de OEE.....	47
Gráfico 4 - Gráfico de ganhos e perdas.....	48



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fatores determinantes da OEE .....	24
Quadro 2 – Melhoramentos para perdas em processo.....	27
Quadro 3 – Tarefas designadas a equipe do projeto.....	41

## **LISTA DE ORGANOGRAMAS**

Organograma 1 - Identificação das seis grandes perdas do equipamento.....	36
Organograma 2 - Tempos e perdas.....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS

JPME.	Instituto japonês de manutenção de plantas.
PQCDSM	Produtividade, qualidade, custo, distribuição, segurança, moral.
OEE	Eficiência global do equipamento
TPM	Manutenção produtiva total.
JIPM	Japan institute of plan maintenance.
MP	Manutenção produtiva.
MC	Manutenção Corretiva.
MM	Manutenção para melhoria.

## LISTA DE ACRÔNIMOS

JIPE.	Instituto japonês de engenharia de planta.
JPME	Instituto japonês de manutenção de planta
JIPM	Japan institute of plan maintenance

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 A IMPORTÂNCIA DA FERRAMENTA OEE, E MODOS DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA ATÉ SE CHEGAR A ELA.....</b>	<b>15</b>
2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS .....	15
2.1.1 MODOS DE PRODUÇÃO .....	16
2.1.2 PRODUÇÃO ARTESANAL.....	16
2.1.3 PRODUÇÃO EM MASSA .....	17
2.1.4 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO .....	18
2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM), INÍCIO DA OEE – EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO.....	19
2.2.1 HISTÓRICO DA METODOLOGIA TPM A QUAL DEU ORIGEM À FERRAMENTA <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i> (OEE).....	20
2.2.2 BENEFÍCIOS ORIGINÁRIOS DO TPM .....	22
2.2.3 IMPLEMENTAÇÃO DO TPM.....	22
2.3 EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO – OEE.....	23
2.3.1 PERDAS INDICADAS PELA FERRAMENTA OEE .....	26
2.3.2 USABILIDADES DA FERRAMENTA OEE – EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO.....	28
2.4 USABILIDADES DO DIAGRAMA DE PARETO .....	30
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>32</b>
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>	<b>34</b>
4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	34
4.2 COMEÇO DA IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA OEE .....	34
4.2.1 TEORIA EM SALA PARA INTEGRANTES DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA OEE .....	35
4.2.2 COMPONENTES DO OEE.....	36
4.2.3 CÁLCULO DO OEE NA LINHA DE PINTURA.....	37
4.2.4 PERDAS ENCONTRADAS .....	38
4.2.5 COMO AUMENTAR A OEE NA LINHA DE PINTURA?.....	40
4.2.6 PLANO DE AÇÃO.....	40
4.2.7 OBJETIVOS E AÇÕES.....	41
4.2.8 ALIMENTAR DADOS NA PLANILHA DE OEE.....	42
4.3 BENEFÍCIOS DO GRÁFICO DE PARETO.....	44
4.4 BENEFÍCIOS DO GRÁFICO SEQUENCIAL .....	45
4.5 BENEFÍCIOS DO GRÁFICO DE OEE MENSAL .....	46
4.6 ESPAÇO VAZIO.....	47
4.7 AÇÕES COM BASE NOS RESULTADOS DA FERRAMENTA OEE .....	48
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A competitividade tem cobrado cada vez mais mudanças nas empresas para que se adaptem com todos os fatores de mercado, indiferente do portfólio ou rentabilidade do faturamento, assim as que melhores se adaptam são as que têm maior metamorfose na cultura organizacional.

As notícias dos avanços tecnológicos estão cotidianamente na mídia, desde que passaram a despertar grande interesse mundial.

Para que uma organização possa permanecer firme no mercado, deve-se estar buscando o metamorfismo, ou seja, tentando se adaptar aos novos padrões do mundo, o qual exige constantemente alta qualidade e melhores preços.

Para isso muitas empresas têm tomado novas medidas para reduzirem seus custos e ainda aumentarem a sua produtividade, foi quando muitas delas utilizaram novas técnicas para chegar ao sucesso, visto que a competitividade tem sido cada vez mais severa em relação ao mercado de produtos.

As inovações podem determinar o futuro da empresa, atraindo respostas aos problemas, os pontos fracos e pontos fortes de um determinado equipamento devem ser examinados com cautela, para que não venham a surgir gargalos. De acordo com Pomorski (1997), os produtos com inovações e as melhorias de serviços aos clientes e a excelência de produção tem se tornado pontos fortes perante a concorrência de outras empresas.

Segundo Tangen (2003), as medições que trazem indicadores dos problemas, são freqüentemente usadas para melhoria de qualidade e produtividade dentro de um sistema de manufatura. Estas medições dão suporte para que os gestores possam tomar decisões corretas a respeito da produção e alocar os recursos em longo prazo de forma eficiente.

Por isso surge o intuito de implantar a ferramenta OEE – Eficiência Global do Equipamento sendo uma indispensável ferramenta nas empresas do mundo moderno, a qual tende apontar as perdas e reduzi-las drasticamente, aumentar a flexibilidade de produção e aumentar a qualidade do equipamento, facilitando o crescimento e desenvolvimento da indústria.

Para que esta pesquisa fosse desenvolvida fora encontrado uma problemática sendo: Quais as vantagens da utilização da ferramenta OEE (eficiência global do equipamento) para a empresa?

A justificativa do tema deste trabalho de conclusão de curso é mostrar a importância da implantação da ferramenta OEE em uma linha de produção, indicando a eficiência da ferramenta em apontar as disponibilidades de uma linha de produção. Esta ferramenta informa considerações importantes de resultados obtidos através da OEE, que servem para o equilíbrio entre equipamento e programação de produção.

O objetivo geral deste trabalho é analisar o processo de implantação da ferramenta OEE (Eficiência Global do Equipamento) numa empresa do ramo metalúrgico. E os objetivos específicos foram:

- Contextualizar teoricamente desde o nascimento manufatura enxuta concomitantemente com seus modos de produção até se chegar à metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total), que deu origem à ferramenta OEE (Eficiência Global do Equipamento).
- Aplicar a ferramenta OEE em uma linha de produção.
- Verificar os resultados obtidos a partir do uso da OEE;

A partir de um estudo exploratório, quantitativo e bibliográfico foi possível gerar resultados positivos, para melhoria e manutenção, fazendo com que os índices e eficiência do equipamento tenham possíveis metas pré-estabelecidas, afim de com os problemas apontados sejam solucionados gradualmente.

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo o primeiro esta Introdução. O segundo capítulo apresenta o embasamento teórico da ferramenta OEE desde o seu surgimento até a usabilidade desta ferramenta. O terceiro capítulo contém a Metodologia usada para desenvolver a pesquisa. O quarto capítulo relata o estudo de caso realizado em uma indústria metalúrgica de grande porte, e os resultados obtidos. O quinto capítulo mostra as Considerações Finais, com indicações de novas pesquisas posteriores a este trabalho.

## **2 A IMPORTÂNCIA DA FERRAMENTA OEE, E MODOS DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA ATÉ SE CHEGAR A ELA.**

Este capítulo apresenta o surgimento e a importância da manufatura enxuta concomitantemente com seus modos de produção até se chegar à metodologia TPM, que deu origem à ferramenta OEE (Eficiência Global do Equipamento).

### **2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS**

Produção pode ser definida como a transformação da matéria prima bruta em algo, que possa ser usado para suprir necessidades do consumidor, utilizando inúmeros processos. Todas as organizações precisam produzir alguma coisa que as pessoas necessitem para conseguirem sobreviver no mercado e, ao preço que elas estão dispostas a pagarem. Cada organização tem seu modelo próprio de produção, e depende da capacidade de produção, para que se possa produzir algo para ser comercializado.

Shingo (1996) define a produção como uma rede funcional de vários processos e operações. Para ele, processo é o fluxo de materiais no tempo e no espaço, é a transformação da matéria prima em componentes semi acabados e posteriormente em produto final. Já operação, é o trabalho realizado para efetivar esta transformação.

Ao fim da Segunda Grande Guerra Mundial, muitas empresas japonesas, com foco principal de melhorar a qualidade de seus produtos, e com objetivo de maiores lucros, pretendendo avançar no mercado competitivo global, buscaram tanto na Europa quanto nos Estados Unidos, técnicas de gerenciamento das fabricas destes países, para poder aplicá-las no Japão (NAKAJIMA, 1993).

Nakajima define o cálculo de OEE como ferramenta fundamental na obtenção e análise de eficiência dos equipamentos, e que permite detalhes das perdas que afetam a produtividade.

Segundo Shingo (1996) As empresas devem ter um programa de redução de custos, para que possam ter produtos a preço menor que a da concorrência e assim possam sobreviver no mercado da competitividade atual, envolvendo sempre o custo, preço de venda, e mantendo ou aumentando os lucros.

Todas as técnicas desde que bem aplicadas nas organizações tem suas respectivas utilidades, sendo ideais para o mercado competitivo.

### **2.1.1 Modos de Produção**

Segundo Marx (1988) o modo produtivo foi desenvolvido por Marx e Engels, para organizar a maneira de produção intrinsecamente ligada ao homem, a fim de garantir e suprir determinadas quantidades de materiais conforme suas necessidades, concomitantemente com a desenvoltura produtiva.

O modo de produção dá uma visão da realidade, mas não de forma integral, pois aparece de maneira bruta, com existência em diversificados grupos de produção existentes, com inúmeras características diferentes, que se diversificam através dos momentos históricos, que foram usados para definir a produção.

A compreensão dos modos de produção, leva a entender como as sociedades de diferentes épocas, usaram suas técnicas para se adquirir determinado bem através das técnicas de produção existente. Desta forma o conceito de modo de produção, foi usado para organizar a sociedade.

### **2.1.2 Produção Artesanal**

O início do trabalho artesanal, teve origem no fim idade média, com forte influência do renascimento comercial e urbano, e definia-se como uma produção isolada, cada artesão detinha suas próprias ferramentas em casa, e através delas executava todos os seus processos de produção, e muitas vezes utilizava mão de sua própria família.



Segundo Womack, Jones e Ross (1992) O artesão não utiliza mão de obra qualificada, detém apenas ferramentas simples, executando suas tarefas uma de cada vez. Trabalhos encomendados como: moveis, decoração, etc. Um dos principais problemas do trabalho artesanal é o alto custo benefício, e através disso a produção em massa no século XX começou a ser alavancada como forma diferente de consumo.

### **2.1.3 Produção em massa**

Womack, Jones e Ross (1992) comentam que o produtor em massa trabalha com colaboradores especializados para desenvolver produtos manufaturados, usando mão de obra dos trabalhadores pouco ou não qualificados, usando maquinas qualificadas para desempenhar suas tarefas. Através disso, é fabricado produtos padronizados em grande escala e zero diversidade, o produtor em massa está munido de trabalhadores adicionais para desempenhar funções cumulativas, dando continuidade na produção existente, os produtos em massa mantém suas mesmas características o maior tempo possível, a fim de diminuir o custo, através disso leva ao mercado consumidor, uma baixa variedade de produtos, feitos por uma produção monótona do modelo Taylorismo e o Fordismo.

Taylorismo teve origem por Frederick W. Taylor (1856-1915) considerado o grande mentor da racionalização do trabalho industrial, e também da organização científica do trabalho. O Taylorismo foi usado para organizar as melhores práticas de trabalho. A implantação do modelo Taylorista foi usado com objetivo principal de melhorar os benefícios econômicos da empresa, usando um modelo muito diferente de uma oficina clássica.

Fordismo foi mentalizado e alavancado por Henry Ford (1863-1947), conhecido por fundar a Ford Motor Company, o Fordismo foi conhecido por ser um modelo de produção em série, que possuía laços de dependência com o Taylorismo. Na época todas as fabricas da Ford possuíam linhas de produção ligadas a esteiras rolantes, e cada funcionário desempenhava sempre a mesma função monótona para executar sempre a mesma tarefa, para isso as linhas de produção necessitavam de grandes investimentos para vigorar suas instalações, através deste modelo de

produção em série, a Ford produziu a margem de dois milhões de veículos anualmente, com isso se tornando na segunda década do século 20 a maior potência automobilística do mundo.

#### **2.1.4 Sistema Toyota de Produção**

Conforme Ohno (1996) o sistema Toyota de produção teve origem no Japão na quinta década do século XX, a partir do momento que o engenheiro Eiji Toyoda teve a ideia de passar três meses nos Estados Unidos, analisando o sistema produtivo da Ford Motor Company em Detroit, o motivo principal para isso, foi buscar novas técnicas a fim de serem aplicadas na fábrica da Toyota no Japão. O segundo grande motivo foi entender como funcionava a produção em massa automobilística na América do Norte.

O sistema produtivo encontrado por Eiji na Ford era muito rígido, mas com grandes possibilidades de ser implantado na Toyota, mas cotidiano japonês. Eiji aplicou esta tarefa para seu engenheiro de confiança Taiichi Ohno, que tinha por tarefa implantar um sistema de produção que atendesse todas as necessidades do consumidor, porém na realidade dos colaboradores japoneses, que estivessem prontos para se adaptar a qualquer mudança na diversidade produtiva (OHNO, 1996).

A implantação deste novo sistema de produção, teve um único objetivo, eliminar toda forma de desperdício: excesso de pessoas, excesso de estoques, equipamentos não inoperante, gastos administrativos, e através desta prática enxuta aumentar a produção e diminuir os custos.

Os funcionários da Toyota têm em mente uma definição exata do que se refere este sistema de produção, e isso leva a motivação por melhorias contínuas, para que possam atender o cliente da melhor forma.

Segundo Ohno (1996) os conceitos que embasam a filosofia de produção Toyotista, podem ser descritos por quatro regras básicas de grande impacto, sendo estas:

Primeira regra – Todo e qualquer trabalho deve ser especificado e segmentado todo o processo, até se chegar ao resultado final.

Segunda regra – Toda relação entre o cliente e o fornecedor deve ser direta, e de forma simples para solicitar e receber propostas.

Terceira regra – O caminho para qualquer produto, deve ser simples e direta.

Quarta regra – Toda mudança ou melhoria, deve ser implementada através de métodos científicos, sob observação e orientação de um instrutor especializado, mesmo que seja no nível organizacional mais baixo.

Ainda conforme as ideias do autor Ohno (1996) O sistema Toyota de produção, não pode ser considerado apenas com uma técnica, para se chegar ao estoque zero, pois é apenas uma das ferramentas que buscam eliminar toda forma de desperdício e, o maior motivo para aplicar este sistema é prevenir as possíveis perdas que estariam previstas a acontecer.

## 2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM), INÍCIO DA OEE – EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO.

A manutenção produtiva total (TPM) metodologia de gestão industrial, foi iniciada por Seiichi Nakajima autor de vários livros como: TPM Tenkai e TPM Nyumon publicados entre 1982 e 1984, que apontam todo o processo para criação de uma metodologia TPM, estes livros tiveram publicações importantes no Japão através do *Japan Institute of Plan Maintenance* (JIPM), sendo o instituto em qual Nakajima tinha sido vice - presidente, estes livros á posteriormente foram publicados em espanhol e inglês (CHIARADIA, 2004).

Conforme Nakajima (1989), a metodologia TPM foi o método que teve objetivo de melhorar a vida útil das máquinas, esta ferramenta de manufatura enxuta contribui para evitar grandes desperdícios no processo produtivo.

O TPM é um esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa que busca a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da empresa incluindo Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o completo envolvimento desde a alta administração até a frente de operação com as atividades de pequenos grupos (JIPM, 2002, p.1).

TPM é uma filosofia de trabalho que envolve todos os departamentos da empresa, para poder extrair o máximo de utilização dos equipamentos. O pilar para o conceito de zero perda impulsiona a motivação contínua e avanços para implantar o TPM (MORAES, 2004).

O autor ainda indica que toda organização possui suas falhas, é fundamental que todos os participantes envolvidos diretos e indiretamente com os equipamentos, seja responsável com suas tarefas, mostrando o seu papel para sanar e prevenir as falhas e perdas no processo produtivo.

### **2.2.1 Histórico da metodologia TPM a qual deu origem á ferramenta *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*.**

Foi desenvolvida em 1971 e teve sua formação através de quatro pilares: Manutenção preventiva (MP), manutenção para melhoria (MM), manutenção corretiva (MC) e manutenção corretiva (MC), ambos utilizados para melhor eficácia dos equipamentos, através deles se tornou possível, relacionar ações para corrigir as falhas (CHIARADIA 2004).

O Japão foi o país de desenvolvimento desta metodologia, devido o enfraquecimento de sua estrutura financeira ocasionado pela II guerra mundial. Desta forma, Nakajima (1989) observou que na cultura industrial americana utilizava a divisão taylorista entre tarefas, onde a manutenção e operação são separadas, mas são integrantes de um mesmo processo produtivo.

A visão taylorista não se enquadrou para os padrões industriais japoneses, pois a cultura industrial japonesa acreditava que todos os colaboradores deveriam ser integrantes da implantação TPM.

A inovação trazida pelo TPM está no fato de atribuir aos operadores de atividades básicas de manutenção nos seus equipamentos. A partir deste momento, as áreas de manutenção passam a ser alimentadas de informações por parte dos operadores no que se refere às anomalias ou sintomas estranhos apresentados por seus equipamentos, permitindo que intervenções sejam executadas para prevenir a quebra ou falha do equipamento (CHIARADIA, 2004, p. 24).

Considerando a expressão por Chiaradia (2004), entende-se que a metodologia TPM é um entroncamento entre todos os níveis organizacionais, começando pela alta hierarquia e nas tarefas de pequenos grupos de integrantes do processo.

Conforme Moraes (2004), Nippondenso foi à empresa que disponibilizou sua estrutura para fazer o teste da metodologia TPM, considerando que nesta época ela foi à principal fornecedora de equipamentos elétricos para *Toyota Car Company*.

A implantação e teste da metodologia foram liderados pelo instituto Japonês de Engenharia de Planta (JIPE) sendo precursor do (JPME) Instituto Japonês de Manutenção de Plantas, órgão que espalhou o TPM para outras partes do mundo (PALMEIRA, 2002).

No início da década de 70, a metodologia TPM teve uma potente evolução, sua subdivisão foi constituída por quatro gerações (PALMEIRA e TENÓRIO, 2002).

A metodologia TPM no começo esta centrada em apenas maximizar a eficiência global do equipamento, sendo direcionada apenas para falhas e perdas, e qualquer responsabilidade era tomada pelo setor onde o equipamento estava alocado (MORAES, 2004).

O TPM teve sua segunda geração na década de 80, período em que se tentava eliminar seis perdas que afetavam a disponibilidade do equipamento, sendo elas: ajustagem, quebra, operação, velocidade, produção e processo (MORAES, 2004).

A terceira geração para metodologia TPM aconteceu na década de 90, e buscava eliminar mais perdas do que a geração anterior, agora dezesseis perdas que se dividiam em: ocasionada por equipamentos, e perdas ocasionadas por pessoas e seus recursos.

Comenta Moraes (2004), que no final da década de 90, surgiu à quarta geração TPM, com uma ampla metodologia direcionada em planos estratégicos, nesta época interligadas com diversos setores do desenvolvimento e do comercial, com foco em eliminar todos os fatores que originavam perdas nos inventários.

### **2.2.2 Benefícios originários do TPM**

Inúmeros resultados positivos compreenderam a aplicação da metodologia TPM, contribui claramente para o desenvolvimento no trabalho fabril, aprimoramento intelectual, alavancagem e novas projeções para funcionários da empresa (NAKOSATO, 1994). Entretanto foram ressaltados inúmeros resultados em destaque com a implantação do TPM.

Conforme Moraes (2004), os resultados implicaram para o surgimento de uma sigla PQCDSM - Produtividade, Qualidade, Custo, Distribuição, Segurança, Moral.

Porém os benefícios da ferramenta TPM só geram resultados positivos desde que seja bem aplicada, com a fundição de dados teóricos e aplicação prática entre os colaboradores que dela fizerem uso.

### **2.2.3 Implementação do TPM**

Conforme Nakajima (1989), a metodologia só fornece resultados esperados, se 12 etapas primordiais forem aderidas ao processo, sendo elas: assuntos decisivos da diretoria, utilizando todos os recursos disponíveis.

A segunda dá autenticidade a treinamentos, a terceira complementa interagir junto a toda equipe, a quarta implica para políticas internas, a quinta desenvolve ações, a sexta aprimora projetos entre o fornecimento e comercial (MORAES, 2004).

O restante das etapas do TPM é de grande importância para todo processo sendo: a sétima corresponde ao desenvolvimento operacional, a oitava acelera a gestão, a nona desvenda fatores da qualidade na manutenção, a décima se difere

para as vertentes administrativas, a décima primeira dá ênfase em saúde e segurança, e a última etapa engloba todas as etapas e as une intrinsecamente (MORAES, 2004).

De acordo com Nakajima (1989), a união das doze etapas para implementar a metodologia TPM na fábrica, deve se disponibilizar de três anos para melhor racionalidade e crescimento intelectual sobre a nova ferramenta implantada.

O tempo de maturidade influencia no melhor aprendizado dos colaboradores, sendo primordial para o bom uso, e ideal para resultados vindouros satisfatórios.

### 2.3 EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO – OEE

Ao programar a metodologia TPM, surgem inúmeras falhas que afetam diretamente o índice de eficiência global do equipamento acoplado dentro do sistema de produção, a medição pode estar ligada a três pilares: disponibilidade da máquina, questões operacionais e qualidade (MORAES, 2004).

Através da ferramenta OEE, pode-se apontar os erros e dificuldades de um determinado equipamento.

Segundo, o valor do OEE, calculado por uma linha de manufatura, pode ser usado para comparar a performance da linha por toda a fábrica, deste modo realçando as linhas com performance pobre. Terceiro, se as máquinas processam o trabalho individualmente, medição do OEE pode identificar qual máquina que está com a pior performance, e consequentemente identificar onde focalizar os recursos do TPM (DAL, TUGWELL e GREATBANKS, 2000, p.1489).

Segundo a citação anterior dos autores (DAL, TUGWELL e GREATBANKS, 2000), os resultados apontados pela ferramenta OEE, indicam os fatores operacionais e promulga a exposição de erros de um determinado equipamento, apontando a performance individual de cada máquina, avaliando suas etapas de desempenho, e porcentagem de desempenho.

Os apontadores de OEE definem os apontamentos estabelecidos na implementação da metodologia TPM, os melhores resultados estão estritamente

ligados ao aumento produção e qualidade, estimulados por redução de defeitos durante o processo de produção (CHIARADIA, 2004). A seguir o quadro 1, apresenta os fatores determinantes do OEE.

OEE(%) EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO		
Disponibilidade do Equipamento (%)	Performance Ocupacional	Qualidade dos Produtos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quebra/Falha</li> <li>• Preparação ou ajustes</li> <li>• Desgaste de ferramentas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ociosidade</li> <li>• Pequenas Paradas</li> <li>• Velocidade Reduzida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refugos</li> <li>• Retrabalhos</li> <li>• Perdas por inicio de produção</li> </ul>

**Quadro 1- Fatores determinantes do OEE**  
**Fonte: MORAES, 2004, p.45.**

O quadro 1 indica as possibilidades e a disponibilidade influenciada por paradas do equipamento, sendo á quebra ou falha decorrente da falta de manutenção preditiva, preparação é o começo da operação, onde todos os ferramentais devem ser ajustados, e a disponibilidade pode estar relacionada ao desgaste do ferramental concomitantemente com a afiação.

O indicativo de disponibilidade do equipamento demonstra a porcentagem de tempo em que o equipamento funcionou, também indica a porcentagem de tempo que ficou parado com seus devidos motivos. O desempenho está diretamente ligado com a velocidade das linhas motoras e ociosidade nos recursos administrados, e a qualidade indicam a má qualidade e reprovação do produto feito pelo equipamento (MORAES, 2004).

As equações 1, 2 e 3, a seguir, demonstram as fórmulas para encontrar a disponibilidade, desempenho e qualidade de um equipamento (MORAES, 2004):

$$\text{Disp (\%)} = \frac{\text{Tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}}{\text{tempo total programado}} \times 100 \quad (1)$$

Sendo: o total de tempo na programação do equipamento, sendo usado o tempo baseado na teoria de um processo de produção, ficando dividido em duas



bases de cálculo um para: paradas planejadas, e outro para paradas não planejadas.

O desempenho nas operações está relacionado entre o tempo e ciclo de um determinado processo de produção, o mesmo que dependerá do tempo de operação que pode ser afetado por reduções de velocidade e paradas (MORAES, 2004).

$$\text{Perf. (\%)} = \frac{\text{Tempo teórico do ciclo} \times \text{total de paradas produzidas}}{\text{tempo total programado} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}} \times 100 \quad (2)$$

A qualidade pode ser indicada na capacidade do produto estar em boas condições de uso logo na primeira tentativa, a porcentagem está concentrada no número de produtos refugados que sofreram reprocesso posteriormente (MORAES, 2004).

$$\text{Qualidade (\%)} = \frac{\text{total de peças produzidas} - (\text{total de refugos} + \text{retrabalhos})}{\text{total de peças produzidas}} \times 100 \quad (3)$$

Este demonstrativo indica que a ferramenta OEE não faz parte apenas dos indicadores de operação, mas um englobamento de indicadores envolvidos com toda operação, podendo ser adequado e utilizado para departamentos de altos índices de produção, que se importa com análises de perdas e melhoramentos no processo produtivo (RON, ROODA, 2005).

De acordo com Shirose (1994), os ambientes fabris que adotam a ferramenta OEE para apontamento de sua eficiência, se encontram com valores de 30% a 60% de eficiência.

De acordo com Nakajima (1989) o resultado de OEE que aponte 85% deve ser considerado ótimo. Porém, os resultados devem ter informações confiáveis no apontamento do grupo de índices, ressaltando que as empresas em geral têm grande dificuldade em apontar corretamente as ocorrências.

### 2.3.1 Perdas indicadas pela ferramenta OEE

Conforme Nakajima (1989), Os primeiros passos para melhorar as condições de uso de um determinado equipamento é apontar as suas perdas. Na metodologia existem seis perdas que tem fator implicativo direto na produtividade, sendo elas por: troca de ferramental (*setup*), quebra de maquinas, período ocioso para paradas de pequeno porte, diminuição da velocidade, qualidade, e desaceleração do rendimento (*startup*).

Ainda conforme Nakajima (1989), a perda relacionada por quebra, implica por parada de função, sendo que o equipamento permanece parado por um período de tempo até que retorne ao ritmo normal, podendo ser por: parte da manutenção, engenharia ou qualquer outro setor. O período de quebra dependendo do motivo e intensidade poderá ser considerada como crônicas ou esporádicas, podendo ser facilmente identificadas, onde perdas crônicas são consideradas como curtos espaços de tempo repetitivamente, e as esporádicas implicáveis para uma fácil visualização e correção.

Durante o *setup* são consideradas perdas que integradas a ele, as regulagens quando estão inclusas dentro deste tempo são normais. Quando as regulagens ocorrem pós-*setup*, são consideradas fora da programação e se tornam falhas que corroem o tempo.

Conforme Suehiro (1992), os pequenos apontamentos de paradas, são mínimas falhas no equipamento que podem ser corrigidas em pequenos espaços de tempo, entretanto cada empresa possui seu próprio modo de entender as paradas. De acordo Shirose (1994), o apontamento que cita as pequenas paradas, são realizadas por operadores, o próprio operador faz ocorrer às paradas socializadas com *resets* nas operações, não sendo aplicadas como uma perda.

Perda por diminuição da velocidade ocorre quando a velocidade teórica aplicada pela engenharia se difere da realidade física nos tempos de ciclos. Os causadores de diminuição de velocidade por parte de operadores são: manutenção e operação, quais implicam diretamente nos fatores de qualidade do processo.

Conforme Shirose (1994), as perdas por rendimento estão relacionadas, por períodos de longas paradas no equipamento, como: feriados, e avarias que o

impossibilitem de funcionar brevemente, sendo assim necessário o período de estabilização.

A ferramenta OEE pode ser considerada oriunda da disseminação da metodologia TPM, estipulada através de apontamentos das seis grandes perdas implicativas no processo, sendo aplicadas de acordo com os indicadores de disponibilidade do equipamento, e acoplados juntamente com qualidade e performance (NAKAJIMA, 1989).

Todo processo estabelece metas para explicitação de seus resultados, no quadro 2 está demonstrado alguns tipos de metas para alguns tipos de perda.

TIPO DE PERDA	META	EXPLICAÇÃO
QUEBRA	0	REDUZIR PARA ZERO EM TODO O EQUIPAMENTO
SETUP E AJUSTES	MINIMIZAR	REDUZIR OS TEMPOS DE SETUP PARA MENOS DE 10 MINUTOS.
OCIOSIDADE E PEQUENAS PARADAS	0	REDUZIR PARA ZERO EM TODO O EQUIPAMENTO.
REDUÇÃO DE VELOCIDADE	0	TRAZER O TEMPO DE CICLO ATUAL PARA O TEMPO DE ENGENHARIA, E FAZER MELHORIAS PARA REDUZÍ-LO.
DEFEITOS DE QUALIDADE	0	ACEITAREM SOMENTE OCORRÊNCIAS EXTREMAMENTE PEQUENAS.
STARTUP	MINIMIZAR	

**Quadro 2 - Melhoramentos para perdas em processo**

**Fonte: CHIARADIA (2004, p.43).**

A partir do quadro 2, valores e perdas de processo são obtidos como modelos de perdas generalizadas, influem forte tendência no melhor desempenho do equipamento dando flexibilidade de revigorar a ferramenta, e obter maiores respostas para eficácia cada vez mais satisfatórias, entre as variáveis dos tipos de perdas, sendo os setups e ajustes apontados com maiores perdas do processo produtivo, e a quebra o maior dispêndio para o fator mecânico.

### 2.3.2 Usabilidades da ferramenta OEE – eficiência global do equipamento.

Conforme Womack, Jones e Roos (1992) o sistema *Lean manufacturing* foi introduzido e nomeado por James em seu livro “A máquina que mudou o mundo” este sistema tem função de reduzir custos, denominado produção enxuta. Este sistema possui varias ferramentas que ajudam a melhorar a produção, a OEE tem grande finalidade e utilidade.

Segundo Nakajima (1989), a eficiência global do equipamento é uma ferramenta que permite avaliar as melhorias implementadas pelo método TPM. Ainda conforme o autor, os indicadores de OEE permitem que as empresas avaliem as reais condições de seus ativos. Os resultados das análises são extraídos por meio de dados coletados nos equipamentos estudados, e que através destas informações possa avaliam as perdas existentes no ambiente fabril, envolvendo os índices de disponibilidade dos equipamentos avaliados, junto com o desempenho de qualidade.

Conforme Ron e Rooda (2005), o indicador de OEE é uma métrica resumida e simples, global e que os gestores utilizam por ser um indicador agregado, não sendo métricas com muitos detalhes. Para estes dois autores, OEE não é apenas um indicador usado em operações, mas que mede todas as atividades dentro de um processo, e é recomendado para departamentos com alto índice de produção diária, onde a capacidade de produção é um ícone indispensável no resultado do produto final, contudo esta ferramenta ajuda eficientemente a encontrar as interrupções de desempenho.

Braglia, Frosolini e Zammori (2009), também afirmam que através da ferramenta OEE, é possível avaliar as possíveis perdas durante o processo produtivo, que causam diminuição dos lucros da empresa. Avaliando que a perda de produção não avaliada gera diminuição das receitas anuais, pois os lucros tendem a decair em consequência de falhas mal avaliadas e resolvidas. Os mesmos autores ainda defendem a OEE, como a ferramenta eficiente para avaliar uma fração entre o real faturado, e o que era o objetivo de ser produzido, analisando a capacidade de operações e ver o seu tempo de disponibilidade dos equipamentos.

Segundo Jonsson e Lesshmmar (1999), os indicadores de OEE permitem avaliar as áreas que devem ser melhoradas, e permitir quantificar as melhorias nos equipamentos, sendo células ou linhas de produção. É importante ressaltar que só a ferramenta de OEE por si só não é capaz de sanar os problemas e, para que o resultado ocorra como o esperado deve interligá-la juntos a outros meios a fim de eliminar os problemas antes de ocorrerem.

Nord e Johansson (1997) apontam que foco da OEE não é obter boas medições, mas obter uma medição simplificada que diga claramente onde gastar os recursos de melhoria. Vale a importância de aperfeiçoar os equipamentos por meio desta ferramenta, e não precise fazer novos investimentos, para suprir o desperdício em disponibilidade.

Ainda de acordo com Nakajima (1989), OEE pode ser estratificado a partir de seis grandes perdas que seriam calculadas através dos índices de disponibilidade, desempenho e qualidades. Um resultado de 85% de eficiência deve ser buscado como um ideal para os equipamentos em geral, e os que ultrapassarem mais de 85% seriam extremamente benéficos para a empresa.

No estudo de OEE, o estado do produto analisado pode influenciar nos resultados, sendo que o produto danificado toma o tempo de produção de um determinado item, e este tipo de perda é classificado como perda de qualidade. Entendendo que se fosse utilizado os indicadores de desempenho e disponibilidade, este tipo de problema afetaria um mesmo tipo como desperdício, também ressaltando que uma hora de gargalo seria equivalente ao mesmo tempo de uma hora de manutenção corretiva.

Para Braglia, Frosolini e Zammori (2009), a ferramenta OEE pode ser considerada uma das melhores escolhas, para avaliar a eficiência de um equipamento, e tem por finalidade informar resultados concretos do real valor agregado. Esta métrica pode contribuir com bons resultados, e pode ser usado como base para avaliação global do desempenho dos equipamentos, e com isso leve encontrar as principais causas dos problemas.

Pomorski (1997) enfatiza que o OEE não envolve apenas a disponibilidade do equipamento, mas todo o ambiente de manufatura. O autor ressalta que a OEE mede todas as perdas de eficiência quando o equipamento está na disponibilidade

de produção: indica todos os refugos sendo elas peças que não tiveram êxito por sua má qualidade de processo, indicam os retrabalhos, o tempo que as máquinas ficam parada por eventuais problemas ou até mesmo quando faz parte de uma parada de processo, e ainda cita as perdas de desempenho.

Com estas informações é possível que o usuário analise-as e com promova melhores planos para cada operação. Isso porque a medição de OEE sozinha não consegue oferecer vantagem, e não promove melhorias. A maior vantagem da ferramenta está em fazer fusão entre as informações por ele fornecidas e maiores perdas do equipamento.

## 2.4 USABILIDADES DO DIAGRAMA DE PARETO

O diagrama de Pareto é um gráfico de barras, que tem por função apontar diversas falhas de produção, segundo o grau de importância, os principais problemas estarão no lado esquerdo do gráfico, seguindo os menos propícios para o lado direito, e este gráfico está incluído diretamente dentro da ferramenta OEE.

O gráfico de Pareto demonstra facilmente os defeitos que ocorreram durante o processo produtivo, o diagrama de Pareto permite a análise da frequência das falhas, anteriormente e posteriormente da melhoria executada (SHIBA et. al, 1997).

O diagrama de Pareto faz com que todos os integrantes do grupo façam comparações e assimilações dos problemas, e que através deste método torne mais fácil decidir a melhor maneira de corrigir os problemas, tornando possível avaliar quais deles são urgentes, o diálogo entre a equipe pertencente à cadeia de ajuda deve ser diário para maior eficácia dos resultados.

Conforme Costa e Lima (1994, p. 73), a análise do gráfico de Pareto, permitirá:

Dividir um problema grande num grande número de problemas menores e que são mais fáceis de serem resolvidos com o envolvimento das pessoas da empresa; Como o Método de análise de Pareto é baseado sempre em fatos e dados, ele permite priorizar projetos; Da mesma forma, o método permite o estabelecimento de metas concretas e atingíveis.

A partir do gráfico de Pareto ocorre a divisão de um grande problema, em um emaranhado de problemas menores, gerando a facilidade na dissolução dos problemas, e tornando-os mais fáceis de serem acabados, fatos e dados aderem a perspectiva na priorização de projetos, e alavancagem para bater as metas.

A seguir o capítulo 3 apresenta Metodologia aplicada para o desenvolvimento deste trabalho.

### 3 METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido através das pesquisas: bibliográfica, exploratória, quantitativa, qualitativa, ação e documental. E, o desenvolvimento do projeto de OEE realizou-se no departamento de pintura em uma empresa metalúrgica de grande porte no mês de fevereiro de 2014.

Os objetivos específicos foram atingidos através de embasamentos da literatura japonesa citada na sessão 2.4, contendo também nesta sessão fórmulas desenvolvidas no Excel através da ajuda teórica do capítulo 2 que deram auxílio para desenvolver os cálculos de OEE na empresa, citados no estudo de caso, que está no capítulo 3.

O trabalho foi desenvolvido utilizando diversos tipos de pesquisas sendo comentadas pelos autores abaixo:

Conforme Severino (2000), a pesquisa bibliográfica, é a extração do conhecimento através de diversos pilares informativos sendo: livros, revistas, e toda fonte de sabedoria mensurada em publicação. Tem por função primordial instruir o pesquisador no cenário de pesquisa, auxiliando na formação de ideias para o desenvolvimento do projeto.

Cervo e Bervian (1996) consideram que a pesquisa exploratória é uma forma de pesquisa descritiva, e conduz a afirmações elucidativas a elaboração de hipóteses em estudo exploratório. E, condiz que estudo exploratório é o primeiro passo de uma experiência, pois emite hipóteses para desembaraçar uma pesquisa. Estudos exploratórios restringem objetivos, e busca informações para familiarizar o assunto de estudo.

De acordo com Lakatos e Marconi (2008), a pesquisa exploratória tem por função três finalidades: levantar hipóteses, integrar o pesquisador no ambiente de estudo, e ressaltar os conceitos para dar ênfase em uma pesquisa futura.

A pesquisa quantitativa não tem restrição para adotar uma teoria, nem método, mas tem grande relevância em adotar vários procedimentos, e técnicas



neste caso libera espaço para técnicas qualitativas afim realçar e aprimorar o conhecimento (ALVES e GEWANDSZNAJDER, 2004).

De acordo com Hayati; Karami e Slee (2006), dentro do contexto organizacional, a pesquisa quantitativa pode usufruir de mensurações opinativas, hábitos e atitudes e reações em universo, por meio de amostragem que o represente intacto. Obtendo as características de um plano pré-estabelecido, com direção de catalogar eventos, também munido de teorias para levantar hipóteses entre as variáveis da pesquisa, sendo empregado para análise de dados experimentais e estatísticos.

A pesquisa qualitativa também esta inerente a este trabalho. Conforme Goldenberg (1997) a pesquisa qualitativa, não está focada na representação numérica, mas sim com a integração e compreensão de um grupo social dentro de uma empresa.

Pesquisadores oriundos que praticam técnicas qualitativas buscam entender e explicar a razão das coisas, mas manipulam valores nem provas de fatos numéricos, neste caso o pesquisador é objeto e sujeito de suas próprias experiências, sendo o pesquisador intrinsecamente limitado de conhecimento próprio. As provas possuem características ilustrativas, produzindo assim novas informações (DESLAURIERS, 1991).

Para Gil (2007), explica que a pesquisa ação alavanca a participação ativa do pesquisador juntamente com as partes envolvidas, sendo eles pequenos ou grandes grupos, sendo uma técnica utilizada para integralizar diversas áreas entre a pesquisa e o pesquisador.

Entretanto Fonseca (2002) emprega o uso da pesquisa documental, utilizando os mesmo procedimentos da pesquisa bibliográfica, sendo parecidas. Sendo que a pesquisa bibliográfica embasa materiais publicados, artigos, livros, enfim conteúdo mantido em biblioteca. E a pesquisa documental utiliza conteúdo dos mais diversos tipos de fontes, sejam relatórios empresariais, tabelas, artigos fabris internos, etc.

As diversas formas de pesquisa dão valência ao trabalho, servindo de embasamento assertivo e satisfatório, para análise acadêmica.

## 4 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo apresenta-se o estudo da implantação da ferramenta OEE, desde o começo até seus resultados em uma empresa metalúrgica de grande porte. No início é mostrado um breve histórico da empresa, seu ramo de negócio, sua área de atuação. Seqüencialmente há o desenvolvimento do trabalho referente à OEE e suas dificuldades e resultados.

### 4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa faz parte do setor metalúrgico sendo certificada com BUREAU VERITAS ISO 9001, teve início de seu processo produtivo na década de setenta na cidade de Ponta Grossa, cidade localizada ao centro sul do Paraná, a qual na época iniciou todo processo de industrialização atraindo diversos grupos econômicos. Nesta época no início de 1973, surgiu a empresa metalúrgica, que por ter seu portfólio de produtos criativo, atraiu diversos clientes no Brasil e no mundo em curto espaço de tempo, hoje seu ramo destinado à armazenagem de materiais, tem demonstrado grande destaque na sua categoria.

### 4.2 COMEÇO DA IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA OEE

No processo de implantação da ferramenta OEE (Eficiência Global do Equipamento), foi usado mão de obra de sete participantes de diferentes áreas da fábrica, para que ajudassem diretamente no projeto.

O período de implantação foi de 40 horas, sendo 8 horas por dia, as discussões de idéias foram realizadas nas primeiras horas da manhã na sala de reuniões da empresa, e seqüencialmente toda equipe se locomovia ao *Gemba* (Chão de fábrica) para executar as idéias na prática.

O objetivo da implantação da ferramenta OEE, foi gerenciar o tempo perdido na linha de pintura, e junto a isso treinar e desenvolver um instrutor interno no uso

da ferramenta OEE, visando que esta linha é responsável por pintar 33% de todos os produtos da empresa.

Ainda dentro dos objetivos estão: medir eficiência global do equipamento e planejar aumento do OEE, na linha de Pintura, aplicar treinamento básico e exercício sobre OEE para toda equipe do projeto, especificando o principal objetivo da ferramenta a ser aplicada.

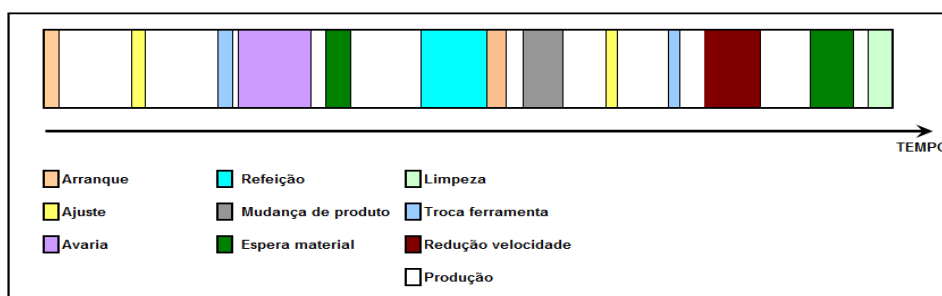
O estudo do levantamento de tempos constatou diversas perdas, sendo por: disponibilidade, eficiência, qualidade. Através disso foi possível identificar e registrar os desvios da Linha de Pintura e entender a forma de medir os desvios da Linha de Pintura, sendo possível promover o cálculo prático do OEE.

Através da investigação feita no setor por integrantes do Projeto OEE, evidenciou através dos resultados obtidos o planejamento e execução de atividades complementares, para resolver os principais problemas.

#### **4.2.1 Teoria em sala para integrantes do projeto de implantação da OEE**

Foi especificado a todos os integrantes do projeto o que realmente é, e qual a serventia da ferramenta OEE. A resolução ficou: sendo uma forma de medir e evidenciar as perdas do equipamento através dos índices de: disponibilidade, desempenho, qualidade.

Para melhor entendimento da equipe foi desenvolvido uma linha do tempo, contendo o período total da disponibilidade do equipamento, conforme apresentada na figura 1.

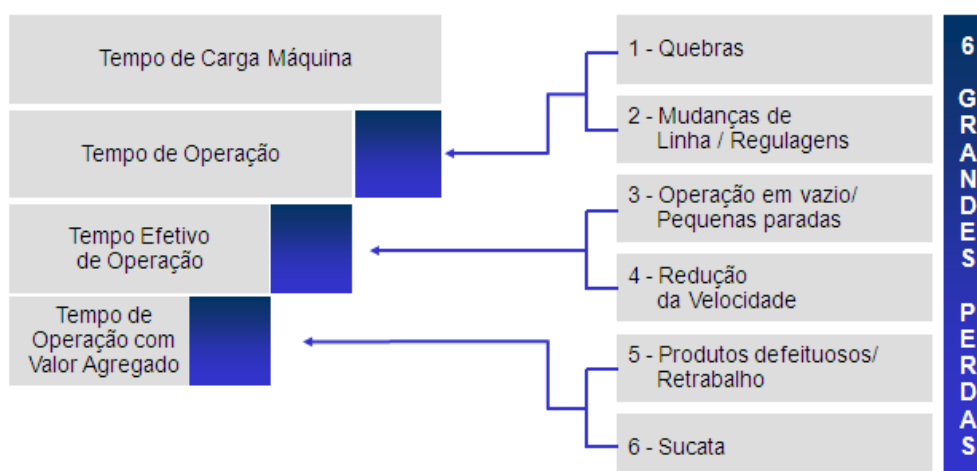


**Figura 1 - Linha do tempo especificando a disponibilidade do equipamento:**  
**Fonte:ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA – PAINT.**

A figura 1 demonstra o período de disponibilidade do equipamento equiparado às perdas vindouras do processo, o período em branco especifica o tempo de produção, e as cores distintas indicam todas as ocorrências que impediram que o equipamento estivesse disponível em tempo total.

#### 4.2.2 Componentes do OEE

Neste processo foi preciso identificar as seis grandes perdas do equipamento, que corroíam a eficiência, e afetavam diretamente o faturamento da empresa, sendo que este setor de pintura é o final de todo processo de manufatura, conforme mostra o organograma 1:



**Organograma 1 - Identificação das seis grandes perdas do equipamento:**  
**Fonte: ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA – WORD**

O organograma 1 representa de maneira simplificada as seis grandes perdas decorrentes do processo produtivo total, sendo elas separadas por tempo de origem. As quebras e as mudanças de linhas ficam alocadas para todo tempo em operação, sendo involuntárias, mas conscientes que poderiam acontecer. O tempo efetivo garante alocação para redução de velocidade do equipamento junto com a operação, visando que este tempo pode ser aprimorado. E as perdas por qualidade se embutem para agregação de valores.

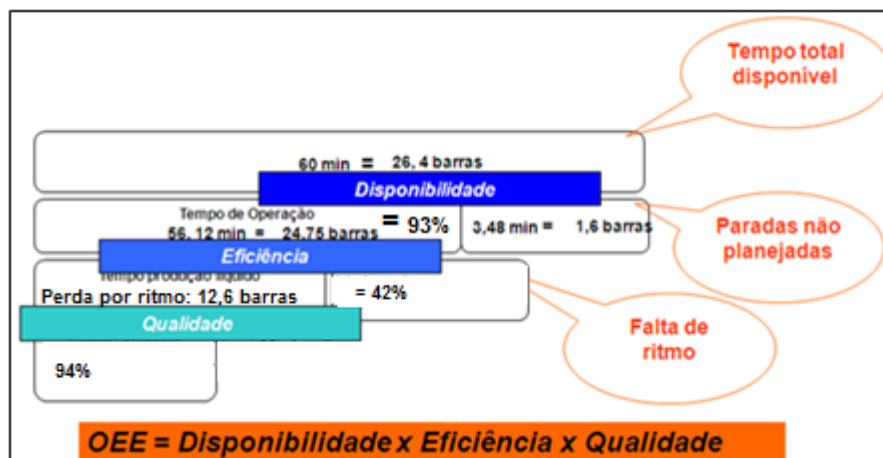
#### **4.2.3 Cálculo do OEE na linha de pintura**

Os dados foram coletados pelos integrantes do projeto de implantação da ferramenta OEE na linha de pintura, o grupo foi dividido na sala de orientação para fazer análises da área, cada participante possuía um cronometro e ficava em respectivo posto de controle, o qual foi estabelecido pelo líder do projeto de implantação de OEE. No final da análise foram coletados os seguintes dados:

- Tempo planejado de produção= 60 min.
- Tempo de parada não planejado= 3,48 min (1,6 barras perdidas)
- Perda de ritmo = 12,6 barras.
- Unidade de barras foi a melhor opção para base de cálculos de eficiência.
- Porcentagem de qualidade obtida em testes: 94%

Através desta dissimulação de dados foi possível definir o TPM total do equipamento. Sendo a OEE considerada como uma evolução da metodologia TPM, obtendo reestruturação do projeto com base nas seis grandes perdas que designam a: disponibilidade do equipamento, a qualidade e a performance (NAKAJIMA, 1989).

No projeto de implantação da ferramenta OEE da empresa, foram designadas a estratificação de paradas, junto a elas foram coletados os dados cronometrados para o tempo de cada operação, conforme mostra o Organograma 2:



**Organograma 2 - Tempos e perdas:**  
**Fonte: ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA - WORD**

O organograma 2 indica o total de barras disponíveis para o equipamento de linha de pintura, sendo a disponibilidade de 26,4 barras em 1 hora. O tempo disponível de operação é representado na eficiência do equipamento de 24,75 barras correspondente à 56 minutos e 12 segundos. O organograma foi separado em paradas que não foram planejadas e paradas que foram planejadas. A parada planejada foi representada como falta de ritmo obtendo em análise uma média de 12,6 barras perdidas, e a parada não planejada sendo considerada uma avaria no processo ficou em 1,6 barras perdidas. A qualidade fora obtido em testes uma eficácia de 94%.

#### 4.2.4 Perdas encontradas

A eficiência do equipamento é definida através das perdas, sendo por gestão ou por processo, diretamente ligada à produção, sendo elas: falta de mão de obra, falta de ferramentais, esperando material (CHIARADIA, 2004).

As perdas encontradas por integrantes da equipe se dividiram em dois grupos: de paradas planejadas e não planejadas. As paradas planejadas é as que estavam inclusas no processo: paradas de *setup* (troca de cor), ajustagem de ferramentais, aquecimento da estufa. E as paradas não planejadas são todas as que surgem eventualmente no decorrer do dia.

O índice de disponibilidade calculado pela equipe no período de 60 minutos foi de 93% por causa do tempo perdido com paradas não planejadas, representado pelas equações desenvolvidas pela equipe escopo de projetos da empresa, sendo embasada por (MORAES 2004).

A equação 1 mostra o processo de cálculo do índice de disponibilidade, já com os valores embutidos:

$$\text{disponibilidade} = \frac{26,4 \text{ (disponibilidade total em } 3600'')}{24,75 \text{ (eficiência atingida em } 3372'') } \times 100 = 93\% \quad (1)$$

A equação 1 demonstra que 26,4 representa o total geral de barras que o equipamento poderia produzir. 24,75 são o total de barras já descontando a perda por paradas não planejadas.

As perdas ocorridas foram avaliadas em 1,6 barras conforme a equação 2.

$$\begin{aligned} 3600 \text{ (total) } '' - 3372 \text{ (perda com paradas não planejadas)''} &= 228'' \\ \text{Perdas} &= \frac{26,4 \text{ (disponibilidade)}}{3600''} = 0,0073333 \times 228'' \text{ (referente a perda em segundos)} \\ &= 1,6 \text{ barras perdidas} \end{aligned} \quad (2)$$

A equação 2 representa o cálculo para encontrar as perdas, 26,4 barras representa o numero que poderia ser passado pela estufa em 3600 segundos, na formula obteve-se 0,00773333 barras por segundo multiplicados por 228 segundos referentes as perdas com paradas não planejadas, que acontecem no decorrer do processo produtivo, sendo elas: espaço vazio, manutenção, erro de programação.

Porém as perdas por falta de ritmo (paradas planejadas) corroeram a eficácia do equipamento, sendo elas: arranque, ajuste, refeição, *setup*, mudança de produto. O índice de eficiência encontrado foi de 42%, e as perdas por falta de ritmo foram consideradas á média de 12,6 barras no período de 60 minutos conforme a equação 3.

$$\frac{12,6 \text{ (média de barras perdidas por manutenção, espaço e processo)}}{24,8 \text{ (barras disponíveis)}} \times 100 = 50,8\% \text{ de perdas} - 93\% \text{ disponível} = 42\% \text{ de eficiencia} \quad (3)$$

A equação 3 demonstra que 12,6 é equivalente à média de barras perdidas, por falta de ritmo, o 24,8 indica o restante de barras disponíveis. O resultado de 42% equivale o percentual de produtividade, sendo considerada a eficácia de o equipamento produzir determinada quantidade de peças pintadas.

As perdas por qualidade foram estabelecidas como as perdas de produtos que não cumprem as especificações.

O índice de qualidade ficou definido em 94%, sendo considerados para base de cálculo: disponibilidade x eficiência x qualidade, sendo estipulados os seguintes resultados: 0,93% x 0,42% x 0,94% x 100. Ficando o resultado de cálculo da OEE em 36,7%.

#### 4.2.5 Como aumentar a OEE na linha de pintura?

Designou-se a utilização de *brainstorming* (tempestade de idéias) em sala, para melhor entender a baixa da eficiência, cada integrante do projeto aponta todos os tipos idéias que surgem, obtendo por fim a seleção das mais cabíveis que serão averiguadas no chão de fábrica.

Foi elaborado um plano de ação para atividades urgentes, sendo esse aplicado na sequência junto às atividades operacionais. A equipe do projeto constatou as complexidades da operação de carregamento sendo: falta mão de obra, falta de peças no carregamento, necessidade de dedicar pessoas para puxar barras na saída do túnel de secagem, falta de interação entre as equipes de carregamento e descarga.

#### 4.2.6 Plano de ação

O líder do projeto delegou tarefas aos integrantes da equipe, sendo que cada participante teria a meta de executar o propósito a ele designado, as teorias



foram aplicadas em sala e posteriormente desenvolvidas no *Gemba* (chão de fábrica).

A equipe do projeto de OEE foi desenvolvida em dois grupos, e um dos integrantes ficou responsável por fotografar as tarefas desenvolvidas e apresentadas no quadro 3. O primeiro grupo coletou todos os dados para desenvolver o cálculo de OEE, e o outro grupo buscou solucionar os pequenos problemas do setor que implicariam na queda do resultado final da OEE.

Nr.	O QUE	QUEM	QUANDO	QUANTO	OBS.
1	Coletar dados para cálculo do OEE	Equipe	23/nov	ok	
2	Calcular OEE da Pintura 1	Equipe	24/nov	ok	
3	Reduzir a anotação de parada de 5 min. para 1 min.	ZZZZZZZZZZZZ	24/nov	ok	
4	Verificar estado da peneira para os módulos da cabine de pintura	ZZZZZZZZZZZZ	24/nov	ok	
5	Verificar possibilidade de dedicar uma pessoa para limpar as gancheiras	ZZZZZZZZZZZZ	24/nov	ok	
6	Trocar os rodízios dos módulos	ZZZZZZZZZZZZ	24/nov		Ação planejada
7	Instalar 1 ventilador na saída da lavagem	ZZZZZZZZZZZZ	24/nov		Ação planejada
8	Instalar bicos de ar e mangueiras de ar comprimido	ZZZZZZZZZZZZ	24/nov	OK	
9	Verificar com manutenção a distribuição do ar no resfriamento	ZZZZZZZZZZZZ	25/nov		Ação planejada
10	Verificar com manutenção a possibilidade de não mais acumular 4 + 2 barras na curva	ZZZZZZZZZZZZ	25/nov		Ação planejada
11	Verificar data da revisão da unidade de controle mestre	ZZZZZZZZZZZZ	25/nov		Ação planejada
12	Confeccionar proteção contra corpos estranhos	ZZZZZZZZZZZZ	25/nov		Ação inviável
13	Confeccionar gancheira para 12 colunas	ZZZZZZZZZZZZ	25/nov	ok	
14	Replicar a construção de novas gancheiras, para 12 colunas	ZZZZZZZZZZZZ	15/dez		

**Quadro 3 – Tarefas designadas à equipe do projeto**  
**Fonte: ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA – EXCEL.**

O quadro 3 mostra todas as tarefas distribuídas à equipe de projeto OEE, onde cada integrante ficou responsável por executar cada tarefa a ele delegada concomitantemente com o prazo final estipulado pelo escopo do projeto.

#### 4.2.7 Objetivos e ações

Ao fim da implementação do projeto, toda equipe estava treinada e com todos os conceitos de OEE intitulados em mente, posteriormente fora desenvolvido a forma de replicação do conceito para os demais colaboradores da empresa que não participaram diretamente no projeto de OEE.

As próximas tarefas deram continuidade na conclusão do plano de ação, nesta etapa foram apontadas todas as paradas da linha, e analisado se estava

compatível com a folha de apontamentos de paradas, que estava em responsabilidade dos operadores.

Depois de finalizada a implementação da ferramenta OEE, foi designado um colaborador para coletar os dados e aplicar na planilha desenvolvida durante o período de implantação do projeto. O índice de OEE fora acompanhado através de reuniões periódicas no setor, todos os problemas encontrados foram inspecionados e minimizados.

#### 4.2.8 Alimentar dados na planilha de OEE

**Primeira etapa** - Os dados foram coletados através da folha de apontamentos de paradas (perdas), que detém sobre responsabilidade dos operadores do equipamento. Depois da coleta os dados foram inseridos na planilha de OEE, conforme apresentado na figura 2.

Data	Hora Inicia	Hora Final	Efeito	Duração	Barras Perdida
1/4/2013	18:05:00	18:10:00	carregar peças pintadas no caneco	0:05:00	1,911
1/4/2013	19:55:00	20:20:00	troca de cor	0:25:00	9,554
1/4/2013	22:35:00	22:37:00	parada no carregamento	0:02:00	0,764
1/4/2013	23:27:00	23:32:00	emergencia no descarregamento	0:05:00	1,911
1/4/2013	07:10:00	07:30:00	troca de cor	0:20:00	7,643
1/4/2013	07:31:00	08:10:00	esperando material	0:39:00	14,904
1/4/2013	12:10:00	12:15:00	colocar tinta	0:05:00	1,911
1/4/2013	13:30:00	13:34:00	limpar bicos	0:04:00	1,529
2/4/2013	17:10:00	17:33:00	dialogo diario	0:23:00	8,790
2/4/2013	17:33:00	17:58:00	troca de cor	0:25:00	9,554
2/4/2013	23:13:00	23:17:00	sobrecarga mecanica	0:04:00	1,529
2/4/2013	01:12:00	01:16:00	acumulo no descarregamento	0:04:00	1,529
2/4/2013	7:10:00	7:20:00	dialogo diario	0:10:00	3,822
2/4/2013	7:21:00	7:52:00	esperando material	0:31:00	11,847
2/4/2013	9:21:00	9:28:00	caiu peça na saída da estufa	0:07:00	2,675
2/4/2013	10:30:00	10:35:00	apertar parafuso da barra n° 8	0:05:00	1,911
2/4/2013	14:08:00	14:16:00	faltou mão de obra	0:08:00	3,057
2/4/2013	15:10:00	15:22:00	faltou mão de obra	0:12:00	4,586
3/4/2013	18:13:00	18:18:00	parada no carregamento	0:05:00	1,911
3/4/2013	19:30:00	19:35:00	tirar barra na saída da estufa	0:05:00	1,911
3/4/2013	19:35:00	19:38:00	emergencia no descarregamento	0:03:00	1,146
3/4/2013	20:50:00	20:57:00	caiu peça na estufa	0:07:00	2,675
3/4/2013	20:15:00	20:40:00	troca de cor	0:25:00	9,554
3/4/2013	7:10:00	7:14:00	aguardando material	0:04:00	1,529
3/4/2013	7:50:00	8:02:00	faltou mão de obra	0:12:00	4,586
3/4/2013	8:15:00	8:20:00	faltou mão de obra	0:05:00	1,911
3/4/2013	9:35:00	9:42:00	faltou mão de obra	0:07:00	2,675
3/4/2013	10:01:00	10:17:00	limpar bicos do tunel de spray (banho)	0:16:00	6,115
3/4/2013	10:30:00	10:35:00	carregar peças pintadas no caneco	0:05:00	1,911
3/4/2013	12:13:00	12:15:00	acumulo no descarregamento	0:02:00	0,764

**Figura 2 - Planilha de apontamentos de paradas**  
**Fonte: ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA – EXCEL.**

A figura 2 demonstra onde os dados de apontamentos de perdas devem ser inseridos, de forma que o tempo de parada fique indicado nas células de hora inicial e hora final, e as perdas nos efeitos.

**Segunda etapa** - posteriormente foi preenchida a planilha de indicativo de produção, sendo informado o índice do total produzido em barras, conforme mostra a figura 3:

A	B	C	D	E	F
Data	Paradas Planejadas (Tempo)	Total Produzido			
1/abr	0:00:00	145			
1/abr	0:00:00	170			
2/abr	0:00:00	148			
2/4	0:00:00	157			
3/4	0:00:00	175			
3/4	0:00:00	146			
4/4	0:00:00	158			
4/4	0:00:00	160			

**Figura 3 - Planilha de total produzido**  
**Fonte: ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA – EXCEL.**

A figura 3 demonstra onde deve ser apontado o valor da velocidade do equipamento, neste caso sendo medido em barras passadas por data, indicado no total produzido.

**Terceira etapa** – foi efetuada a atualização de dados na planilha de disponibilidade, depois deste procedimento automaticamente ficaram visíveis todas as perdas, mostradas na figura 4:

Efeito	Total	Efeito	Total	Efeito	Total
troca de cor	02:00:00	troca de cor	03:46:00	horario de jantar	04:00:00
faltou mão de obra	01:30:00	trocar ganchos	03:19:00	horario de café	01:45:00
esperando material	01:25:00	dialogo diario	01:14:00	dialogo diario	00:49:00
dialogo diario	00:53:00	reaproveitamento de tinta	00:40:00	baixa temperatura	00:48:00
encavalou barra na saida da estufa	00:34:00	trocar cabo elétrico da pistola automatica	00:35:00	faltou mão de obra	00:35:00
limpar bicos do tunel de spray (banho)	00:16:00	faltou mão de obra	00:35:00	manutenção da pistola de retoque	00:18:00
falha no acionamento da transferencia da estufa	00:15:00	não venceram descarregar	00:27:00	caiu peça no banho	00:18:00
carregar peças pintadas no caneco	00:10:00	problema nos bicos do banho	00:22:00	limpar os bicos	00:17:00
acumulo no descarregamento	00:08:00	horario de café	00:15:00	horario de café	00:15:00
buscar tinta	00:08:00	preparar maquina	00:13:00	passar ar nas mangueiras	00:15:00
emergencia no descarregamento	00:08:00	parou robô ao lado da estufa	00:08:00	preparar máquina	00:13:00
parada no carregamento	00:07:00	colocar ganchos	00:06:00	tirar peças que caíram no banho	00:13:00
caiu peça na estufa	00:07:00	buscar tinta	00:05:00	buscar tinta	00:11:00
sobrecarga mecanica	00:07:00			venturi entupido	00:11:00
abriu ganchos	00:07:00			retirar peças do banho	00:10:00
caiu peça na saida da estufa	00:07:00			vazio	00:10:00
desarmou bomba n° 3 no tanque	00:06:00			caiu peça na entrada da cabine	00:09:00
apertar parafuso da barra n° 8	00:05:00			troca de gancheira	00:09:00
tirar barra na saida da estufa	00:05:00			rachou mangueira de retorno	00:08:00
movimento indevido na transferencia da estufa	00:05:00			baixo nivel de óleo	00:05:00
colocar tinta	00:05:00			retoque na linha	00:05:00
aguardando material	00:04:00				
limpar bicos	00:04:00				
passar ar nas pistolas	00:03:00				
sobrecarga mecanica - barras 13 e 14	00:03:00				
não venceram carregar	00:02:00				

**Figura 4 - Perdas**

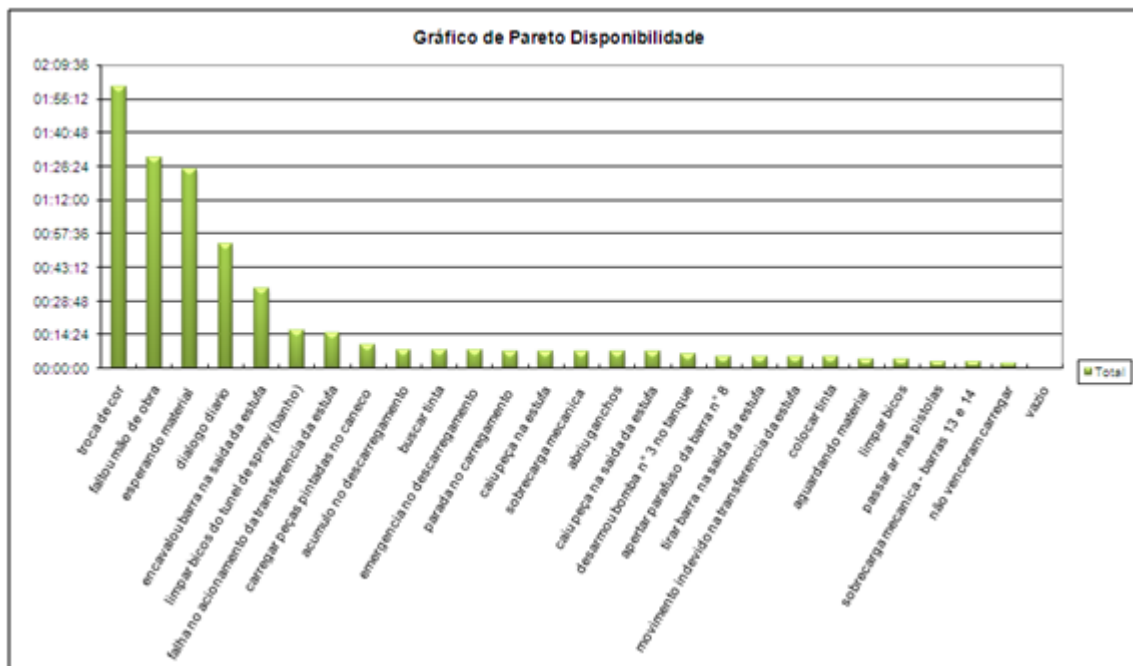
**Fonte: ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA – EXCEL.**

A figura 4 mostra todas as perdas já geradas e calculadas na planilha de Excel, demonstrando todas as causas que geraram ineficiência no equipamento juntamente com o tempo que cada uma dela tomou.

Concluídas todas estas etapas, fica disponível a concentração de todos os dados na planilha, podendo ser possível concluírem e avaliar erros de coleta de informações entre eles: tempo correto das perdas, total produzido, marcação correta na planilha indicativa por parte dos operadores. O colaborador responsável por alimentar a planilha de OEE, deverá ficar atento a números de OEE acima de 80%, quando acontecer deverá revisar todos os apontamentos.

#### 4.3 BENEFÍCIOS DO GRÁFICO DE PARETO.

Através da ferramenta gerou-se o gráfico de Pareto com finalidade de indicar todas as perdas, em ordem decrescente de acordo com o maior tempo de paradas, sendo que todas as perdas esperadas dependem do apontamento correto registrado pelo operador do equipamento. Este indicador facilita a decisão para planos de gestão de melhorias no setor, conforme apresentado no gráfico 1



**Gráfico 1 - Pareto**  
**Fonte: ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA – EXCEL.**

O gráfico 1 aponta o Pareto de causas e perdas do menor para o maior, ficando facilmente visível encontrar as grandes perdas acumuladas no processo de produção do equipamento.

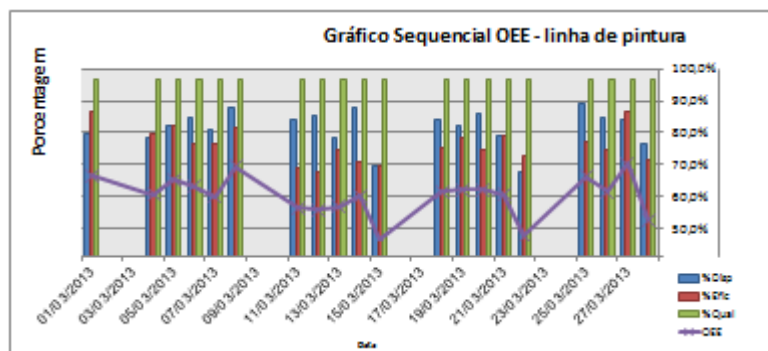
#### 4.4 BENEFÍCIOS DO GRÁFICO SEQUENCIAL

O gráfico seqüencial aponta os índices de disponibilidade avaliando, o tempo que o equipamento permaneceu parado, sendo por falhas mecânicas ou por falhas de processo.

A qualidade aparece indicando o percentual de queda indicativa no apontamento gerador da OEE final, sendo por falta de tinta na peça, cura imperfeita, sendo um indicador crucial para avaliação de retrabalho.

Os índices de eficiência são avaliados em competência com os indicadores de qualidade e produção, sendo conjunto com a fundição de planilhas que demonstram as perdas.

O apontamento de OEE é feito como horizontal entre os indicadores de eficiência, disponibilidade e qualidade. Este gráfico tem função de avaliar condições de recursos para soluções dos melhores resultados extraídos do relatório. Segue o gráfico seqüencial, apresentado como gráfico 2:



**Gráfico 2 - Gráfico seqüencial**  
**Fonte: ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA – EXCEL.**

Através do Gráfico 2 é possível averiguar a disponibilidade de um equipamento, juntamente com sua eficiência e qualidade, e obter o resultado preciso da OEE por data.

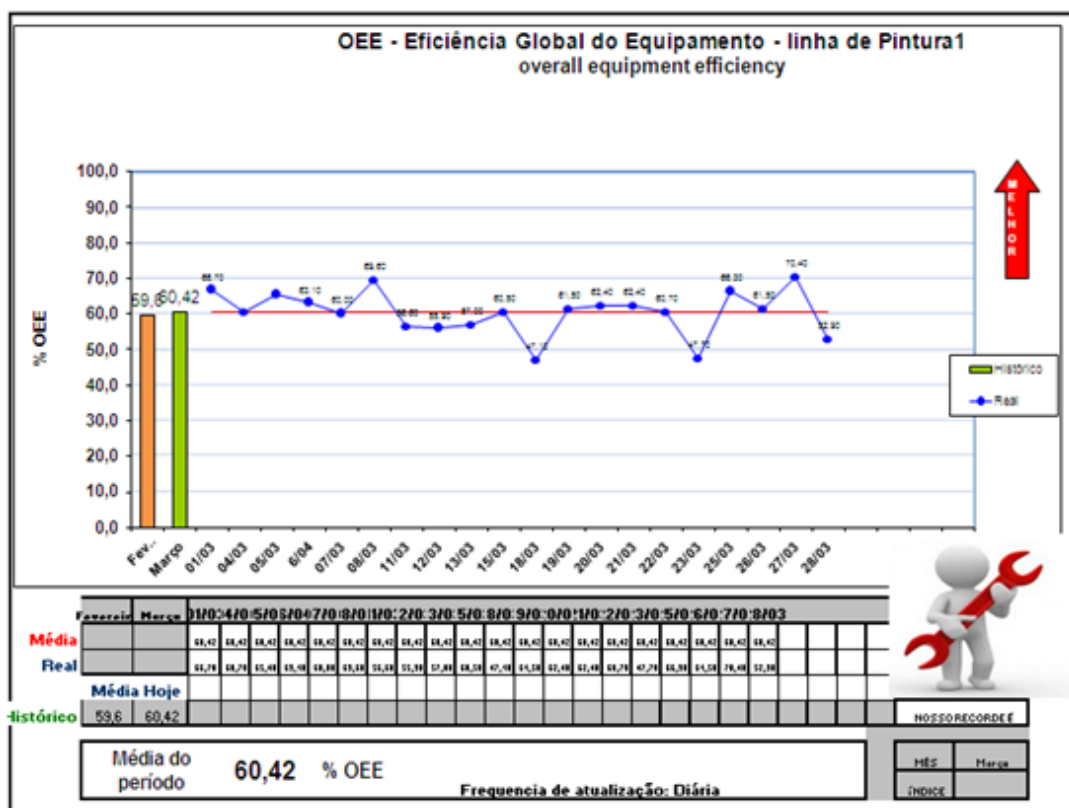
#### 4.5 Benefícios do gráfico de OEE mensal

Para melhor visualização dos resultados, foi desenvolvido o gráfico de OEE mensal, com intuito de melhor avaliação dos resultados, todas as perdas estão inclusas juntamente com os espaços vazios decorrentes da falta de mão de obra e falhas no processo.

O gráfico de OEE mensal tem finalidade de avaliar a média de cada mês, sendo que os indicadores de porcentagem podem avaliar o faturamento futuro da empresa, as datas de funcionamento do equipamento estão indicadas juntamente com a porcentagem.

A porcentagem deve estar mentalizada que não pode chegar em 100%, pois cada equipamento tem seus processos próprios entre eles: *setup*, arranque e preparação. O desnível significativo da elevação ou diminuição da porcentagem de

OEE mensal deve ser avaliado com cautela, todos os fatores devem ser revistos, a fim de garantir a integridade da informação, como apresentado no gráfico 3.



**Gráfico 3 - Gráfico de média mensal de OEE**  
 Fonte: ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA – EXCEL.

O gráfico 3, indica o resultado de OEE do equipamento mensal e diário juntamente com a meta estabelecida, e ainda demonstra os resultados do mês anterior como base para análise de desempenho.

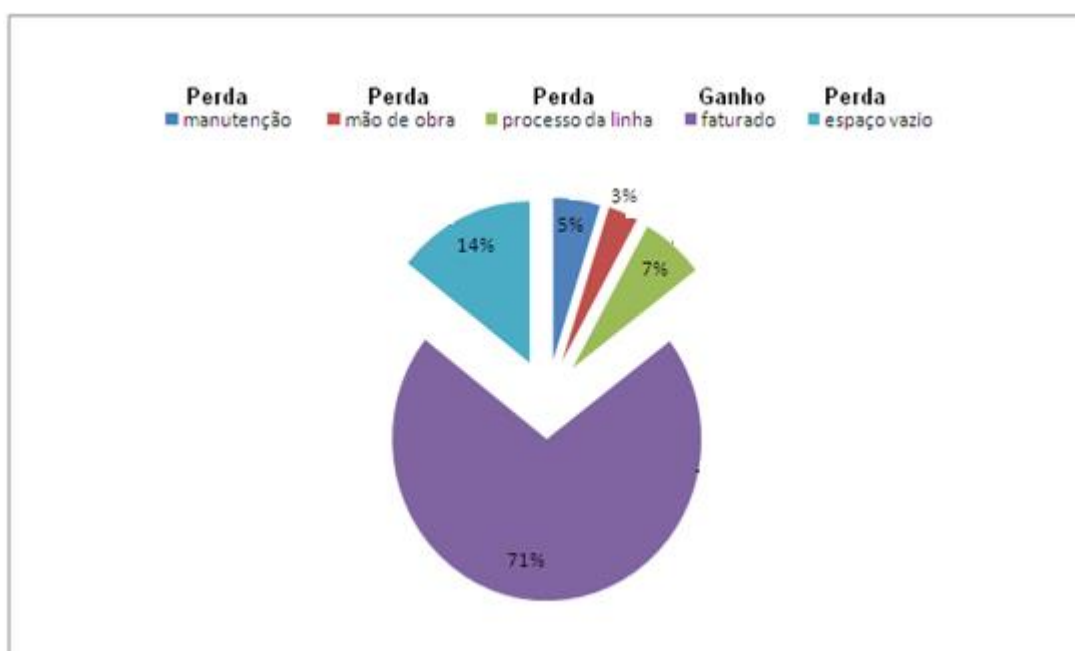
#### 4.6 ESPAÇO VAZIO

Através da planilha em Excel usada para ferramenta OEE demonstrada nos parágrafos anteriores, foi encontrada a possibilidade de medir os espaços vazios da linha de pintura, a maneira foi: apagar os indicadores de disponibilidade de outras datas, deixando na planilha apenas a data que se deseja o resultado.

Deve-se considerar que a capacidade total do equipamento é de 449, 045 barras em dois turnos de trabalho, o tempo de uma barra a outra foi de 2'37" onde 0'17" deste valor é o espaço comum do equipamento, sendo considerado á distancia especifica para que as peças não entrem atrito.

Usando a função soma pode-se calcular todas as paradas e separá-las, assim podendo definir a causa específica das perdas e aproveitamento do equipamento, sendo: manutenção, espaço vazio, mão de obra, e total de barras passadas por turno.

Obtendo outros dados pode-se gerar o gráfico de perdas em faturamento diário do setor, conforme demonstrado no gráfico 4. O espaço vazio teve ligação direta com a falta de mão de obra no setor.



**Gráfico 4 - Gráfico de ganhos e perdas.**  
**Fonte: ESCOPO DE PROJETOS DA EMPRESA – EXCEL.**

O gráfico 4 indica as perdas do equipamento por falha e cada ganho em barras passadas por dia no equipamento, os espaços vazios são espaços na linha onde nenhuma barra passou. As demais perdas como falta de mão de obra, paradas para manutenção e processo de linha são decorrente de todo corpo produtivo total disseminado para o equipamento unicamente.

#### 4.7 AÇÕES COM BASE NOS RESULTADOS DA FERRAMENTA OEE

A partir dos demonstrativos gráficos pode-se estabelecer tomadas de decisões mais coerentes, intensificando as ações da supervisão em relação a



perdas e contratação de novos funcionários, a fim de eliminar o espaço vazio da linha e aumentar o desempenho do equipamento.

Foram executadas diariamente reuniões de cadeia de ajuda para tratar os problemas levantados nos apontamentos de OEE, participando dessas reuniões os colaboradores da manutenção, os colaboradores de pintura, os pintores e o supervisor, obtendo com isso uma melhora significativa para o setor.

A supervisão do setor de pintura demonstrou grande interesse por todos os apontamentos especificados pela ferramenta OEE. A partir disso essa ferramenta passou a ser utilizada para solucionar diversos problemas os quais antes não eram percebidos nem mensurados por falta de informações precisas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste trabalho teve o intuito de analisar as etapas de implantação da ferramenta OEE sendo desde a teoria em sala até a aplicação das equações para o desenvolvimento dos cálculos de perdas, disponibilidades e eficiência. Usando como foco específico:

- Apontamento das falhas de processo produtivo.
- Perdas do equipamento.
- Resultados trazidos pela OEE.
- Benefícios do gráfico de Pareto.

Os períodos da implantação da ferramenta OEE foram de cinco dias, neste tempo ocorreu o estudo da: área, e equipamento. Foram aplicadas teorias TPM para os integrantes do projeto em sala, sendo as ações posteriormente executadas no chão de fábrica.

O objetivo da execução do trabalho foi gerenciar as perdas e falhas do equipamento de pintura por: processo de pintura, e manutenção, desta forma especificando a disponibilidade do equipamento.

As perdas encontradas no equipamento foram estudadas, e distribuídas em dois grupos: paradas planejadas e não planejadas. Sendo as paradas não planejadas consideradas avarias do processo produtivo, ou seja, todo tipo de perda que surge fora da programação prevista. E as paradas planejadas sendo consideradas incluídas como parte do processo de pintura.

Com a distribuição da análise das perdas do equipamento, foi possível usar funções do Excel para desenvolver os gráficos de Pareto (indicador de causas com tempo de perdas), Gráfico seqüencial e OEE (eficiência global do equipamento).

Através do projeto OEE, foi verificada grande melhoria para o equipamento, sendo que a causa raiz das falhas estavam sendo corrigidas pelo setor de manutenção. E através destas análises foi aumentado a porcentagem de disponibilidade e desempenho do equipamento.

O legítimo resultado das perdas foi usado para planos de melhorias do setor, otimizando a melhor opção de diretrizes aplicadas por parte do supervisor do

departamento de pintura, assim sendo uma ferramenta de grande importância para tomada de decisão fabril.

Como sugestão para futuros estudos deste trabalho, aconselha-se a aplicação da ferramenta OEE em outros equipamentos, usando concomitantemente a ferramenta de *setup* rápido que tem por finalidade executar o processo de troca de ferramentais no menor tempo possível. Sendo possível utilizar os dados obtidos através da metodologia TPM, para implantar a terceira ferramenta de 5'S, assim dando início a cadeia de ajuda generalizada do equipamento.

## REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J. & GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BRAGLIA, M., FRONSOLINI, M. AND ZAMMORI, F.; **Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML) - An integrated approach to assess systems performance**. Journal of Manufacturing Technology Management, Vol.20, No.1, 2009.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 4°. Ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

CHIARADIA, Á.J.P. **Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: Um Estudo de Caso na Indústria Automobilística**. Porto Alegre. 2004

COSTA, Maria Francisca Teresa de J. F.; LIMA, Ely Bastos de. **Implantação da gestão pela qualidade total: GQT na seção de documentação técnica do Distrito de exploração do Sudeste**. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO, 2., CONGRESSO BRASILEIRO DE BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO, 17., Belo Horizonte. **Anais...** Rio de Janeiro: PETROBRÁS / DESUD, 1994. p. 71-77.

DAL, B.; TUGWELL, P.; GRATBANKS, R. **“Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – A practical analysis”**. International Journal of Operations & Production Management. V. 20, n. 12, p. 1488-1502, 2000.

DESLAURIERS, J.P. **Recherche qualitative**. Guide pratique. Montréal: McGraw-Hill, 1991.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. Rio de Janeiro: Record, 1997.

HAYATI, D; KARAMI, E. & SLEE, B. **Combining qualitative and quantitative methods in the measurement of rural poverty**. *Social Indicators Research*, v.75, p.361-394, springer, 2006.

J.I.P.M. Japanese Institute of Plant Maintenance. **TPM frequently asked questions**. 2002. Disponível em < [www.jipm.or.jp/en/home](http://www.jipm.or.jp/en/home) > Acesso em 17 abr 2012.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. **Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – The role of OEE**.

International Journal of Operations & Production Management, v. 19, n.1, p. 55-78, 1999.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa: Planejamento e execução de pesquisas, elaboração, análise e interpretação dos dados.** 7°. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MARX, Karl. **O Capital.** 3ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

MORAES, P. H. A. **Manutenção Produtiva Total:** estudo de caso em uma empresa automobilística. Taubaté: UNITAU, 2004

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

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM, Productivity Press.** Cambridge: MA, 1993.

\_\_\_\_\_. **TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance, Productivity Press.** Portland: OR, 1989.

NAKASATO, K. **Segundo Curso de Formação de Instrutores de TPM. XV Evento Internacional de TPM.** I.M.C Internacional Sistemas Educativos. 1994.

NORD, C.; JOHANSSON, B.; **National comparison of OEE – potencial for increased competitiveness in Swedish industry.** IVF – skrift 97848, 1997.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

PALMEIRA, J. N.; TENÓRIO, F. G. **Flexibilização organizacional:** aplicação de um modelo de produtividade total. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002. 276p. ISBN 85-225-0402-4.

POMORSKI, T.; **Managing Overall Equipment Effectiveness (OEE) to Optimize Factory Performance.** IEE Transactions on semi-conductor manufacturing, Volume 10, number 1, 1997.

RON, A. J., ROODA, J. E.; **Equipment Effectiveness: OEE Revised.** Transactions on semi-conductor manufacturing, Volume 18, No.1, 2005.

SEVERINO, A. J. Metodologia Do Trabalho Científico. 21. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2000. p. 77.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. (1997) **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade.** Porto Alegre: Artes Médicas, 402p.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Trad. Eduardo Schaan. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SHINGO, S. **O Sistema de Toyota de Produção.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHIROSE, K. **TPM para mandos intermédios de fábrica**. Madrid: Productivity Press. 1994. 155p. ISBN 84-87022-11-1.

SUEHIRO, K. **Eliminating Minor Stoppages on Automated Lines**, Portland: Productivity Press, OR, 1992.

TANGEN, S.; **An overview of frequently used performance measures**. Work Study 7;pp.347-354, MCB-UP Limited, Emerald, 2003.

**WOMACK, JAMES P; JONES, DANIEL T; ROOS DANIEL.A MÁQUINA QUE MUDOU O MUNDO. TRADUÇÃO IVO KORYTOWSKI, RIO DE JANEIRO: EDITORA CAMPUS, 1992**