

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Avaliação do desempenho de uma indústria do setor  
metalúrgico utilizando o indicador de desempenho  
OEE – *Overall Equipment Effectiveness***

*Victor Massashi Shinto*

**TCC-EP-105-2012**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

**Avaliação do desempenho de uma indústria do setor  
metalúrgico utilizando o indicador de desempenho  
OEE – *Overall Equipment Effectiveness***

*Victor Massashi Shinto*

**TCC-EP-105-2012**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof. Drº Edwin Cardoza

**Maringá - Paraná  
2012**

## RESUMO

As inovações de produto, melhoria dos serviços aos clientes e a excelência de produção tem se tornado pontos fortes para aumentar a competitividades das empresas. O Índice de Eficiência Global de Equipamentos (OEE) é uma ótima ferramenta gerencial e analítica por englobar as perdas discriminadas pela Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*), permitindo identificar ações de melhoria nos processos produtivos. A metodologia deste índice está contida no trabalho em questão, foi implantada em uma fábrica do setor metalúrgico. Os dados foram coletados no período do ano de 2012. Embora os resultados obtidos estejam abaixo dos padrões mundiais (85%), possibilitaram a implantação de melhorias nos processos produtivos com baixo desempenho determinados nos planos de ações e melhorias.

**Palavras-chave:** OEE. Manutenção Produtiva Total. Melhorias. Plano de ações.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	9
1.2 JUSTIFICATIVA .....	10
1.3 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....	10
1.4 OBJETIVOS .....	11
1.4.1 <i>Objetivo geral</i> .....	11
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	11
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	11
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1 GESTÃO DE DESEMPENHO ORGANIZACIONAL .....	13
2.1.1 <i>Métodos de Medição de Desempenho</i> .....	15
2.2 <i>LEAN MANUFACTURING</i> OU PRODUÇÃO ENXUTA .....	18
2.3 MÉTODO <i>TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE</i> (TPM) .....	21
2.4 MÉTODO OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE).....	25
2.4.1 <i>Índice de Disponibilidade</i> .....	28
2.4.2 <i>Índice de Desempenho</i> .....	28
2.4.3 <i>Índice de Qualidade</i> .....	29
2.4.4 <i>Índice de Eficiência Global do Equipamento</i> .....	29
<b>3 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>30</b>
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA .....	30
3.2 PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA.....	34
3.2.1 <i>Processos Produtivos Primários</i> .....	34
3.2.2 <i>Processos Produtivos Secundários</i> .....	36
3.3 PROPOSTA DO OEE ( <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i> ) .....	39
3.3.1 <i>Índice Disponibilidade</i> .....	40
3.3.2 <i>Índice Desempenho</i> .....	42
3.3.3 <i>Índice Qualidade</i> .....	44
3.3.4 <i>OEE</i> .....	45
3.4 IMPLANTAÇÃO DO OEE.....	46
3.5 ANÁLISE DE RESULTADOS E PROPOSTA DE MELHORIA .....	48
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>52</b>
4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
4.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	52
4.3 PESQUISAS FUTURAS.....	53
<b>5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE 1 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 1 .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE 2 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 2 .....</b>	<b>59</b>

<b>APÊNDICE 3 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 3 .....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICE 4 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 4 .....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE 5 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 5 .....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE 6 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 6 .....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE 7 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 7 .....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE 8 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 8 .....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE 9 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 9 .....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE 10 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 10 .....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE 11 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 11 .....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE 12 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 12 .....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE 13 – INDICADOR DE DESEMPENHO (OEE) PROCESSO PRODUTIVO 13 .....</b>	<b>70</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: OS SETE TIPOS DE DESPERDÍCIOS .....	20
FIGURA 2: RELACIONAMENTO ENTRE AS ENTRADAS E SAÍDAS NAS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO.....	22
FIGURA 3: ORGANOGRAMA FUNCIONAL.....	32
FIGURA 4: PRODUTOS FABRICADOS PELA EMPRESA.....	33
FIGURA 5: MAPA DE FLUXO DE VALOR.....	38
FIGURA 6: CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO INDICADOR DE DESEMPENHO OEE.....	46
FIGURA 7: QUADRO DE GESTÃO À VISTA.....	49

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: PRINCIPAIS MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO .....	16
QUADRO 2: DEFINIÇÃO DAS GRANDES PERDAS PRODUTIVAS .....	27

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: DADOS PARA O ÍNDICE DISPONIBILIDADE.....	41
TABELA 2: RESULTADOS DO ÍNDICE DISPONIBILIDADE.....	42
TABELA 3: DADOS PARA O ÍNDICE DESEMPENHO.....	43
TABELA 4: RESULTADOS DO ÍNDICE DESEMPENHO.....	43
TABELA 5: DADOS PARA O ÍNDICE QUALIDADE.....	44
TABELA 6: RESULTADO DO ÍNDICE QUALIDADE.....	45
TABELA 7: RESULTADO OEE.....	46



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OEE *Overall Equipment Effectiveness*

TPM *Total Productive Maintenance*

LM *Lean Manufacturing*

MIG *Metal Inert Gas*

TIG *Tungsten Inert Gas*

TQM *Total Quality Management*

BPR *Business Process Reengineering*

KPI *Key Performance Indicator*

MPT *Manutenção Produtiva Total*

PP *Paradas Planejadas*

PNP *Paradas Não Planejadas*

MA *Manutenção Autônoma*

MP *Manutenção Planejada*

ME *Melhorias Específicas*

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A necessidade das empresas de gerenciar as atividades produtivas e operacionais está aumentando pela alta competitividade do mercado e globalização da economia, além de contribuir positivamente com os resultados econômicos. As atividades produtivas e operacionais precisam ser bem definidas, para ser o diferencial da empresa, já que os processos comerciais e financeiros são comuns a grandes grupos de empresas. Para gerenciar os processos, as empresas começaram a recorrer aos indicadores de desempenho para investigar onde ocorrem variações e gargalos nos processos e aplicam ações para a obtenção de melhores resultados nos processos (CORDEIRO, 2007).

A utilização de indicadores de desempenho de cunho não financeiro para avaliar o desempenho da empresa é necessária. Os indicadores financeiros já não refletem no desempenho recente da organização e eles não permitem fixar e prever de forma positiva as metas de rentabilidade da empresa em longo prazo. Além disso, o uso dos indicadores de desempenho se justifica pelas rápidas mudanças na tecnologia, pelos ciclos de vida reduzidos dos produtos, pelas inovações na organização das operações de produção e por inclusão de despesas de períodos passados ou aquelas que incluem benefícios que serão concretizados no futuro (KAPLAN E NORTON, 1997).

O indicador de desempenho que será utilizado nesse trabalho é o de eficácia global dos equipamentos (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*), o qual geralmente é utilizado na metodologia TPM – *Total Productive Maintenance*. O OEE foi escolhido por ser um indicador com grande abrangência. Utiliza três variáveis: disponibilidade (tempo útil para funcionar produzir), eficiência (capacidade produtiva a cadencia nominal) e qualidade do produto obtida no processo (OLIVEIRA *et. al.*, 2007).

O trabalho foi realizado em uma empresa metalúrgica localizada na cidade de Maringá. A empresa possui cerca de 350 funcionários e seus produtos são vendidos para distribuidoras, varejo e venda direta. A empresa fabrica diversos tipos de produtos para utilização interna (produtos intermediários) e produtos finais (produtos acabados). Existem setores de montagem para os produtos acabados e setores de manufatura dos produtos intermediários, onde serão aplicados os indicadores de desempenho.

A empresa foi escolhida por ter grande necessidade de aprimorar seus processos nas treze linhas de montagem e nos setores de manufaturas, que são divididos em: Usinagem, Injeção de Plásticos, Injeção de Metais, Estamparia, Decapagem de Cabos, Perfilados, Retífica de Varetas, Retífica de Molas, Solda TIG, Solda Ponto, Solda MIG, Pintura e Serigrafia.

## **1.2 Justificativa**

A escolha desse indicador foi por sua facilidade e rapidez de implantação. O indicador será aplicado nos processos produtivos de uma empresa do ramo metalúrgico, visando encontrar a disponibilidade dos setores e dos equipamentos, desempenho operacional e qualidade do produto nos processos das linhas de montagem e nas linhas de produção de produtos industrializados. Oferecendo uma análise crítica com base acadêmica dos resultados obtidos com a implantação do *Overall Equipment Effectiveness*, sugerindo ações para melhoria dos resultados.

## **1.3 Definição e delimitação do problema**

Na aplicação desse indicador será necessária uma reestruturação da organização dos processos produtivos. Definir quais são os centros de recursos (equipamentos), quais são os refugos ou retrabalhos realizados, quais são os problemas de ociosidade e quais são os tempos padrões dos processos produtivos nos setores da organização. Após essa reestruturação será possível obter dados consistentes para a avaliação dos resultados. Gerando ações de melhoria e necessidade de novos investimentos.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo geral

Elaborar um plano de melhoria nos processos produtivos de uma empresa do setor metalúrgico a partir da avaliação de desempenho com o método do *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Estudo bibliográfico para domínio teórico;
- Aplicar o método *Overall Equipment Effectiveness* no processo de produção;
- Análise de resultados obtidos e desenvolvimento do plano de ações;
- Validação e revisão do OEE.

## 1.5 Estrutura do trabalho

O Capítulo 1 contempla a Introdução, a justificativa, a definição e delimitação do problema e os objetivos gerais e específicos da Dissertação.

No Capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica das metodologias e das ferramentas utilizadas no trabalho. São discriminados os conceitos, a estruturação e as formas de avaliações da Gestão de Desempenho Organizacional.

Sobre a *Lean Manufacturing* (Processamento Exuto) e a *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total), serão descritos os conceitos e como devem ser aplicadas as metodologias para melhorar a eficiência do desempenho organizacional.

O método apresentado na revisão é o *Overall Equipment Effectiveness* (Eficiência Global dos Equipamentos). O OEE é baseado na metodologia TPM.

No Capítulo 3 é descrita a metodologia utilizada para a realização do trabalho, descrevendo as etapas e o que se espera de cada uma delas. Com enfoque principal na coleta e avaliação de dados provenientes da implementação do indicador de desempenho OEE.

No Capítulo 4 são descritos e discutidos os resultados obtidos com a implantação do OEE, destacando as limitações e dificuldade em sua execução.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Gestão de Desempenho Organizacional

Segundo Jensen e Sage (2000 apud LOURENÇO, 2007), o objetivo das empresas em obter a excelência em seu empreendimento é visto com maior frequência, devido à globalização do mercado e pela alta competitividade entre as empresas. Além disso, para que o empreendimento tenha destaque no mercado, a necessidade da melhoria contínua dos processos/produtos e da qualidade de prestação de serviços aos seus clientes é constante.

Alcançar destaque no mercado, de acordo com Marçal (2008), a empresa precisa realizar medições de desempenho com o uso de indicadores. O intuito é identificar as atividades que agregam valor ao produto e/ou serviços desenvolvidos pela empresa, realizar comparações de desempenho com seus concorrentes e rever estratégias organizacionais para curto, médio e longo prazo na obtenção de resultados.

A Gestão do desempenho organizacional, conforme por Sink e Tuttle (1993, *apud* LOURENÇO, 2007), tem o princípio de criar visões do estado futuro que se almeja; fazer o planejamento estratégico da empresa, avaliando a condição atual da empresa e planejando novas estratégias para obtenção dos objetivos futuros da organização; projetar, desenvolver e implantar indicadores de desempenho com finalidade de obter o sucesso no planejamento estruturado nas estratégias; definir formas para que esses indicadores sejam controlados de forma eficaz e sejam trabalhados com finalidades de melhoria contínua.

O objetivo de se medir a criação de riqueza não é novo. Os empresários e administradores sempre estiveram preocupados em desenvolver painéis de desempenho que indicassem se suas decisões de investimentos estavam contribuindo para o acúmulo de riqueza. Um método que busca avaliar, medir e aperfeiçoar o desempenho organizacional de empreendimento é o painel de desempenho. Para Marçal (2008), a proliferação desses painéis de avaliação de desempenho nas organizações, indica o interesse pelo aprimoramento desse tipo de ferramenta de gestão. Para Lawton (2002, *apud* MARÇAL, 2008) os esforços com objetivos

de atingir a excelência na gestão são melhores e mais amplos quando o cliente também entra como referência, além dos interesses internos.

Para Nadler *et. al.*(1979, *apud* LOURENÇO, 2007, p.132), a estratégia organizacional influencia o comportamento organizacional de várias formas:

- As decisões estratégicas determinam as tarefas organizacionais – as decisões estratégicas determinam as tarefas objetivas, alocação de recurso, tarefas críticas que a organização deve realizar produtos, serviços, mercados etc. A estratégia serve para esclarecer o que é crítico para a organização.
- As decisões estratégicas influenciam o desenho organizacional – na verdade, o desenho organizacional serve à estratégia, o que significa que o desenho é função da estratégia. Mudanças estratégicas implicam mudanças na estrutura organizacional.
- As decisões estratégicas influenciam e são influenciadas por questões de poder na organização – a estratégia organizacional está relacionada com as relações de poder, política e conflitos entre pessoas e grupos na organização. A relação entre estratégia e poder é circular, pois, à medida que um grupo se torna mais poderoso, ele também pode se tornar mais capaz de influenciar a determinação da estratégia.
- A eficácia organizacional é determinada conjuntamente pelas decisões sobre estratégias e desenho organizacional – as decisões sobre estratégia e desenho organizacional – em nível individual, grupal ou sistêmico – são interdependentes e combina-se para determinar quão eficaz será a organização.

Galdamez (2007) destaca programas ou abordagens utilizados pelas empresas utilizados pelas empresas para alcançar a melhoria contínua e mudança ou transformação organizacional. As metodologias citadas são:

- *Total Quality Management (TQM)* – A gestão pela qualidade total;
- *Hoshin Management* – A gestão pelas diretrizes;
- *Business Process Reengineering (BPR)* – A gestão por processos;
- ISO 9000;
- *Six Sigma* – Seis Sigma;
- *Lean Manufacturing (LM)* - Produção Enxuta.

Para Rummler e Brache (1994 *apud* LOURENÇO, 2007) a formulação e implementação da estratégia são visualizadas no desempenho organizacional obtido por seus indicadores. Ainda segundo os autores é essencial à medição de desempenho para a plena gestão, para a identificação dos problemas serem eficazes, para compreensão total dos colaboradores que neles trabalham.

### **2.1.1 Métodos de Medição de Desempenho**

Conforme Nelly *et al.*(1995) a medição de desempenho é uma forma de quantificar a eficiência e a eficácia de um empreendimento, dos processos de atividades realizadas por pessoas ou de negócios. A medição de desempenho engloba um conjunto de métricas de desempenho ou indicadores de desempenho utilizados para quantificar os resultados de eficiência e de eficácia da empresa.

Um método de medição tem como objetivos segundo Lourenço (2007) comunicar a estratégia e clarificar valores, identificar e diagnosticar problemas e oportunidades, definir responsabilidades, melhorar o controle e planejamento e mudar comportamento e envolver pessoas.

Existem diversos métodos de medição de desempenho Nascimento *et. al.* (2010) apresentam alguns métodos, os autores e uma breve descrição. Informações destacadas no Quadro 1.



Métodos	Autor	Descrição
<i>Performance Measurement Matrix</i>	(Keegan, Eiler e Jones, 1989).	Ajuda a empresa a definir seus objetivos estratégicos e traduz esses objetivos em medidas de desempenho.
<i>Performance Pyramid System</i>	(Lynch e Cross, 1991).	Pirâmide construída em quatro níveis que mostra as ligações entra a estratégia organizacional com os objetivos operacionais.
<i>Performance Measurement System for Service Industries</i>	(Filtzgerald, <i>et al.</i> , 1991.)	Centrado em seis dimensões que buscam ligar os sistemas com a estratégia e competitividade.
<i>Balanced Scorecard</i>	(Kaplan e Norton, 1992).	É baseado em quatro perspectivas (financeira, clientes, processos internos e aprendizagem). Tem como principal foco ligar a estratégias às atividades operacionais.
<i>Integrated Performance Measurement System</i>	(Bititci, Carrie e MacDevitt, 1997).	Destaca dois principais aspectos da medição de desempenho: integração das diversas áreas de negócios e a implantação das políticas e estratégias. Baseia-se em quatro níveis: corporativo; unidades de negócios; atividades; e processos.
<i>Performance Prism</i>	(Neely, Adams e Kennerley, 2002).	Objetiva medir o desempenho de toda a empresa. Cada face do modelo prisma corresponde a uma área de análise: a satisfação dos interessados; estratégias; os processos; capacidades; e contribuição dos interessados.
<i>Organizational Performance Measurement</i>	(Chennell <i>et al.</i> , 2000).	Foco nas Pequenas e Médias Empresas e está baseado em três princípios: alinhamento estratégico; processos; e envolvimento de todos os níveis organizacionais.
<i>Integrated Performance Measurement for Small Firms</i>	(Laitinen, 2002).	Foco nas Pequenas e Médias Empresas. É baseado em sete dimensões, duas internas (financeiro e competitividade) e cinco externas (custos, fatores de produção, atividades, produtos e receitas).

**Quadro 1:** Principais métodos de medição de desempenho

**Fonte:** Nascimento *et. al.* (2010).

A medição do desempenho é uma prática fundamental para uma boa gestão. É importante medir esses parâmetros, para identificar as variações nos processos confrontando o desempenho atual com o desempenho padrão. Os indicadores de desempenho que geralmente são utilizados são aqueles denominados indicadores chave de desempenho (KPI – *Key Performance Indicator*). E os principais critérios para seleção dos indicadores chave de desempenho:

- Representar da melhor forma possível os fatores que levam à melhoria da satisfação dos clientes e do desempenho operacional;
- Facilitar a análise estatística e o grau de correlação entre a melhoria da qualidade e a melhoria do desempenho operacional e satisfação dos clientes;
- Orientar as ações no sentido de assegurar que melhorias adotadas contribuam para os interesses da empresa;
- Fornecer uma base comum para a tomada de decisões (maior a probabilidade de assegurar consenso nas decisões);
- Ser compreensível, simples e sem ambiguidades;
- Ser susceptível à uniformidade de interpretação;
- Avaliar o desempenho da qualidade nas várias áreas da organização;
- Ser preciso e de aplicação barata;
- Levar em conta as tendências e referenciais de excelência, para permitir comparações com a concorrência;
- Levar em conta a interligação entre todos os indicadores escolhidos.

Conforme Cordeiro (2007) os KPI's são comumente usados por uma organização para avaliar o desempenho/resultado de uma atividade particular. Às vezes, o resultado é definido em termos de fazer progresso em direção aos objetivos estratégicos, mas muitas vezes o objetivo

é simplesmente a realização repetida de algum nível de meta operacional. Assim, a escolha dos KPI's depende de uma boa compreensão do que é importante para a organização.

Segundo Fonseca *et. al.* (1997, *apud* LOURENÇO) os indicadores de desempenho se separam em três grandes grupos: Qualidade (medem o atendimento aos desejos, necessidade e expectativas dos clientes), tempo (medem a velocidade da organização, como consegue reagir às influencias externas, responder aos pedidos dos clientes, às mudanças na concorrência e às mudanças ambientais) e custos (medem o desempenho financeiro da organização, isto é, os custos diretos e indiretos da empresa).

Marçal (2008) descreve como origem dos interesses por assuntos internos e dos indicadores desenvolvidos, a necessidade da continuidade da empresa à realização de lucros. De acordo com Cordeiro (2007), como na maioria das empresas os processos mais bem definidos são os comerciais e os financeiros, por que se trata de processos comuns a grupo muito grande de empresas. A escolha de utilizar a ferramenta OEE foi pela necessidade de melhoramentos nos processos produtivos, esse método será destacado nos próximos itens.

## **2.2 *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta**

Segundo Ohno (1997), o sistema de produção de passos múltiplos, característico de muitos sistemas de produção, envolve métodos de empurrar e de puxar. No método de empurrar, utilizado amplamente nas indústrias, a quantidade planejada de produção é determinada pelas previsões de demanda e pelos estoques disponíveis. No método puxado, o processo final retira as quantidades necessárias do processo precedente num determinado momento, e este procedimento é repetido na ordem inversa passando por todos os processos anteriores.

Ohno (1997) destaca o *Just-in-time* e a autonomia como duas metodologias base do Sistema de Produção Enxuta, com a intenção de reduzir ao máximo o desperdício. O *Just-in-time* tem como principio produzir a quantidade de componentes necessária para a montagem somente quando for necessário produzir o produto montado. A autonomia definida pelo autor é conhecida pela automação com um toque humano, ou seja, a máquina pode produzir

componentes sem um funcionário, mas há a necessidade de manutenção da máquina se ocorrer alguma adversidade no processo.

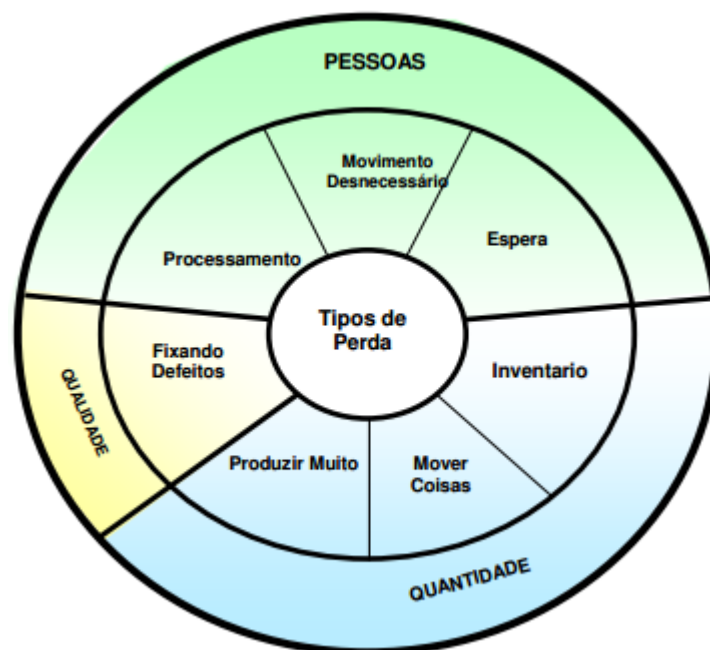
De acordo com Riani (2006) a Produção Enxuta tem como principais objetivos eliminar qualquer processo ou etapa que não agrega valor ao produto; assegurar a qualidade do produto ao longo de todo o processo; ter flexibilidade no processo, ou seja, suportar variações na demanda; organizar a produção conforme os pedidos dos clientes; planejar e manter os compromissos com os clientes e os fornecedores; reduzir o custo de produção eliminando o desperdício. Esses objetivos têm as mesmas finalidades, aumentar a capacidade de produção da organização, diminuindo os defeitos, os tempos de setup (preparação), os estoques, as movimentações e o *lead time*.

Ohno (1997) definiu os sete tipos de desperdícios existentes dentro de uma organização. A eliminação desses desperdícios podem aumentar a eficiência das operações e remover processos que não agregam valores ao produto, diminuindo o custo do produto e aumentando a disponibilidade de produção. Os desperdícios podem ser definidos como:

1. Desperdício de superprodução pode ser qualificado em dois aspectos, perdas por sobra de componentes e perdas por produzir antes do momento necessário, ou seja, são perdas por armazenamento e produção desnecessária gerando custos de energia e manutenção de equipamentos não necessários;
2. Desperdício de tempo disponível é definido por perdas no processo, no lote e do operador, são perdas por falta ou atraso de matéria-prima, por espera de término do lote e ociosidade do operador;
3. Desperdício em transporte são perdas por realização de deslocamentos desnecessários ou por realizar estoques temporários;
4. Desperdício do processamento são perdas pelo uso de forma incorreta de máquinas ou equipamentos, ou seja, não obtendo a eficiência desejada da operação;
5. Desperdício de movimentação nas operações são perdas por movimentações desnecessárias do funcionário na operação;

6. Desperdício de produzir produtos defeituosos são perdas de matérias, disponibilidade de mão de obra, armazenagem de materiais defeituosos e inspeções de produtos;
7. Desperdício de estoque disponível são perdas de armazenamento de estoques de matéria-prima, produtos em processo e produtos acabados.

Os desperdícios segundo Riani (2006) são relacionados a três fatores: qualidade do produto, quantidade produzida e colaboradores. Os desperdícios do processamento, de movimento nas operações e tempo disponível são ligados aos colaboradores, os desperdícios de superprodução, de transporte e de estoque são ligados à quantidade produzida e o desperdício de produzir produtos defeituosos é ligado à qualidade do produto. Como apresentado na Figura 1.



**Figura 1:** Os sete tipos de desperdícios

Fonte: Riani (2006).

A partir da Produção Enxuta foram desenvolvidas diversas técnicas simples, mas extremamente eficientes para proporcionar a diminuição dos desperdícios, algumas delas são o *Kanban* e o *Poka-yoke*. Segundo Ohno (1997) o *Kanban* (“etiqueta”) é uma forma simples e direta de comunicação para a garantia da produção *just-in-time*; o *Poka-yoke* é uma técnica

com finalidade de produzir produtos com sem defeitos instalando dispositivos para a prevenção de defeitos.

Womack e Jones (1998 apud RIANI, 2006) definiram os cinco princípios do pensamento enxuto, que são fundamentais na eliminação dos desperdícios e auxiliam a empresa a cumprir os requisitos dos clientes são:

1. Melhorar características ou atributos do produto ou serviço se não atenderem as especificações dos clientes, pois o cliente é quem valoriza o produto;
2. Identificar e mapear o fluxo de valor dos processos, determinando quais são os processos que agregam valor ao produto, os que são necessários aos processos sem geram valor e os que não geram valor. Com o fluxo de valor mapeado é possível analisar, verificar e eliminar os processos que não geram valor;
3. Aperfeiçoar o fluxo de valor;
4. Produzir apenas o que é necessário quando for necessário, eliminando estoques e aumentando a produtividade;
5. Buscar a perfeição, procurando e eliminando novos tipos de desperdícios e novos obstáculos ao fluxo de valor.

### **2.3 Método *Total Productive Maintenance* (TPM)**

As empresas japonesas trouxeram da Europa e dos Estados Unidos da América métodos de gerenciamento de fábricas e técnicas de manufatura, após a Segunda Guerra Mundial, com a meta de melhorar a qualidade dos produtos e a eficiência dos processos tornando-se competitivas no mercado globalizado. (NAKAJIMA, 1989; TAKAHASHI Y. e OSADA T., 1993).

Nakajima (1989) definiu a Manutenção Produtiva Total (MPT) ou *Total Productive Maintenance* (TPM) como a integração total entre empresa, máquina e homem, ou seja, as

atividades de manutenção do sistema produtivo são responsabilidades de todos. A manutenção tem finalidade de prevenir quebras (quebra zero), falhas de qualidade (defeito zero) e proporcionar a segurança na operação dos equipamentos (acidente zero).

A TPM é dependente de resultados, seu desempenho nos processos pode ser avaliado através de indicadores de Produtividade (P), Qualidade (Q), Custos (C), Entrega (E), Segurança (S) e Moral (M) que representam as saídas dos processos. Os resultados são controlados através das entradas dos processos que são Dinheiro, Homens, Máquinas, Materiais e Métodos. As relações desses indicadores em relação aos recursos de máquina são de responsabilidade da TPM (TAKAHASHI, OSADA, 1993). Essas entradas e saídas são relacionadas na Figura 2.

Saída \ Entrada	DINHEIRO			MÉTODO
	HOMEM	MÁQUINA	MATERIAL	
PRODUÇÃO (P)	↓	↓	↓	Planejamento e Programação da Produção
QUALIDADE (Q)	↓	↓	↓	Controle da Qualidade
CUSTO (C)	↓	↓	↓	Controle de Custo
DISTRIBUIÇÃO (D)	↓	↓	↓	Controle de Entrega
SEGURANÇA (S)	↓	↓	↓	Segurança e Produção
MORAL (M)	↓	↓	↓	Relações Homanas
	Alocação de Mão-de-obra	Manutenção Produtiva	Controle de Estoque	Produtividade Output / Input

**Figura 2:** Relacionamento entre as entradas e saídas nas atividades de produção

**Fonte:** Adaptado Nakajima (1989).

Shirose (2000, apud CHIARADIA, 2004) definiu oito pilares de sustentação do TPM, que são aplicados para que se desenvolva a metodologia. Os princípios são:

1. Manutenção autônoma (MA) – Conduzir a manutenção voluntária ou autônoma por meio de inspeções diárias, lubrificando, reparos e uma precoce detecção de

não conformidades, motivar operadores e mantenedores para restaurar e manter as condições básicas dos equipamentos e ampliar o conhecimento dos operadores sobre os equipamentos;

2. Manutenção planejada (MP) – Atingir a quebra zero a menor custo, estruturando o setor de manutenção para desenvolver atividades planejadas como manutenção preventiva, preditiva e de melhoria contínua;
3. Melhorias específicas (ME) – Aumento da eficiência operacional visando à melhoria global do negócio desenvolvendo uma sistemática de identificação e eliminação das perdas;
4. Educação e treinamento – Mudança de comportamento e ampliação de conhecimento mediante a qualificação de todos os colaboradores da organização no aspecto técnico, administrativo e comportamental;
5. Controle inicial – Estabelecer o controle dos equipamentos desde a etapa de projeto, utilizando as experiências adquiridas nos Pilares: MA, MP e ME.
6. Manutenção da qualidade – Prevenção para garantir a fabricação de produtos ou serviços isentos de defeitos monitorando todos os processos críticos;
7. Segurança, saúde e ambiente - Garantir ambiente seguro de trabalho eliminando acidentes pessoais, patrimoniais e ambientais por meio de estratégias de prevenção baseadas no binômio homem-máquina;
8. Administrativo – Desenvolver melhorias visando à eficácia do processo administrativo melhorando o apoio e a integração entre as funções administrativas e as produtivas eliminando a burocracia, reduzindo desperdícios.

Nakajima (1989) destaca que no processo de implantação da TPM será obtido após três anos. A alta administração deve estar totalmente comprometida, pois as modificações estruturais e comportamentais não ocorrem automaticamente. A condução da implantação da metodologia TPM ocorre nas fases: Preparatória, Implementação e Estabilização. Que são divididas em doze etapas.



A fase Preparatória é composta por cinco etapas:

1. Anunciar a introdução do TPM pela alta administração (apresentar o TPM para toda companhia em forma de cartazes, *folders*, periódico, etc.).
2. Promover campanhas de treinamento e divulgação para introdução do TPM (reunir Diretores, gerentes e chefias através de reuniões e seminários, com o intuito de sensibilizar todos os funcionários).
3. Criar estrutura para promover o *Total Productive Maintenance* (formar os comitês para a promoção do TPM em todos os níveis da companhia e estruturar os pilares).
4. Promover políticas básicas do TPM e metas (analisar a condição atual da empresa, estabelecendo objetivos e metas).
5. Formular o plano mestre para desenvolver o TPM (preparar planos detalhados de implantação do TPM para as cinco atividades fundamentais).
6. O *kick-off* TPM é uma etapa preliminar à implantação, com a intenção de convidar clientes fornecedores e afiliados pré-implantação.

A implementação do TPM é formada por cinco etapas:

7. Melhorar a eficiência de cada peça do equipamento (selecionar um equipamento modelo), desenvolver um programa de Manutenção Autônoma (restaurar os equipamentos através de atividades de pequenos grupos), desenvolver um programa de Melhoria Específica (eliminar as grandes perdas (OEE)), Desenvolver um programa de Manutenção Planejada (promover atividades de manutenção por melhorias (Preventiva e Preditiva)) e desenvolver um programa de Educação e Treinamento (habilitar os funcionários através de treinamentos).
8. Desenvolver um programa de Controle Inicial (aumentar o Ciclo do custo de vida dos produtos e equipamentos).

9. Desenvolver um programa de Manutenção da Qualidade (eliminar problemas de produto e processo).
10. Desenvolver um programa para o aumento da eficiência das áreas administrativas (implantar o 5S e aumentar a eficiência nas áreas de apoio).
11. Desenvolver um programa de controle da Segurança, Saúde e Meio ambiente ( Criar sistemas para a obtenção de zero acidentes e zero poluição).

A estabilização do TPM é formada por uma etapa:

12. Implementar de forma completa e aumentar os níveis do TPM (fazer a correção de desvios e estabelecer novas metas).

#### **2.4 Método Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

Segundo Nakajima (1989), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é uma ferramenta utilizada para medir as melhorias implementadas pela metodologia TPM. Ainda segundo esse autor, a utilização do indicador OEE permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus ativos. Estas análises das condições ocorrem a partir da identificação das perdas existentes em ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, desempenho e qualidade.

De acordo com Ron e Rooda (2005, apud Santos, 2009), o indicador OEE é uma métrica clara e global, que os gestores aprovam por ser um indicador agregado e recomendado para organizações onde o volume de produção é alto, ou seja, organizações com capacidade produtiva muito alta e desperdícios ou perdas são caras em termos de capacidade. Ainda sobre os autores, o indicador de desempenho OEE tem a capacidade de medir as capacidades dos processos envolvidos nas operações.

Segundo Slack *et. al.* (1997), o OEE faz medições em três aspectos:

- Tempo disponível para produzir;

- Velocidade ou taxa de produção do equipamento e
- Qualidade dos produtos produzidos.

Nord e Johansson (1997, apud SANTOS, 2009) descrevem que o objetivo mais importante do OEE não é obter boas medições e sim obter uma medição simples que diga onde gastar os recursos de melhoria. A importância de se aperfeiçoar os equipamentos e atuar nas maiores perdas (obtidas através do OEE) se concretiza quanto há aumento de produção: a melhoria da eficácia descarta a necessidade de novos investimentos.

Segundo Nakajima (1989), o indicador OEE é uma medição que procura revelar os custos escondidos na empresa. O OEE é mensurado a partir da estratificação das seis grandes perdas e calculado através do produto dos índices de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. O OEE de padrão mundial deve ter como meta ideal o valor de 85% para os equipamentos.

As perdas de produção descritas na metodologia TPM segundo Nakajima (1989) tem três origens definidas. As origens são definidas por paradas não planejadas (disponibilidade), perdas resultantes pelos equipamentos não estarem trabalhando à cadência nominal (desempenho) e perdas de produtos que não estão com especificações padrões (qualidade). A partir dessas origens, Nakajima (1989) definiu principais grandes perdas dos equipamentos produtivos, e elas são: avarias; mudança, afinação e outras paragens; pequenas paragens; redução de velocidade; defeitos e retrabalho e perdas de arranque. Silva (2009) relacionou no Quadro 3 as grandes perdas dos equipamentos produtivos, os motivos das perdas, os índices e algumas observações de suas perdas.

Perdas	Índices	Motivos	Observações
Avarias	Disponibilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaria mecânica, elétrica ou de outros sistemas que provoquem a interrupção da produção;</li> <li>• Falha geral do equipamento;</li> <li>• Quebra de ferramentas;</li> <li>• Paragens não planejadas para intervenções de manutenção;</li> <li>• Falhas de energia/utilidades.</li> </ul>	Consideram-se paragens superiores a 5 a 10 minutos, registradas pelo operador ou automaticamente.
Mudança, afinação e outras paradas.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudança de produto;</li> <li>• Mudança de ferramentas;</li> <li>• Substituição de ferramentas desgastadas;</li> <li>• Paragens para limpeza;</li> <li>• Falta de materiais;</li> <li>• Falta de operador.</li> </ul>	As perdas por mudança são reduzidas ou eliminadas pela implementação de técnicas de redução de tempo de setup.
Pequenas paragens	Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpeza e pequenos ajustes;</li> <li>• Obstrução no fluxo de produto;</li> <li>• Falha na alimentação de materiais;</li> <li>• Substituição de ferramentas desgastadas pelo operador;</li> <li>• Verificação ou regulagens de parâmetros.</li> </ul>	Paragens inferiores a 5 a 10 minutos e que não requerem intervenção de pessoal da manutenção, normalmente não registradas pelo operador.
Redução de velocidade		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamento abaixo da velocidade especificada;</li> <li>• Funcionamento irregular;</li> <li>• Incapacidade do operador em garantir o funcionamento regular.</li> </ul>	Todas as ocorrências que impossibilitem produzir à velocidade máxima especificada para o produto.
Defeitos e retrabalhos	Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sucata;</li> <li>• Produtos fora da especificação;</li> <li>• Retrabalho do produto;</li> <li>• Montagem incorreta;</li> <li>• Componente incorreto;</li> <li>• Falta de componentes.</li> </ul>	Produto rejeitado durante o funcionamento normal do equipamento.
Perdas de arranque		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sucata;</li> <li>• Produto fora de especificação;</li> <li>• Retrabalho do produto.</li> </ul>	Produto rejeitado durante a fase inicial do processo ou de parada do equipamento, devido às causas normais.

**Quadro 2:** Definição das grandes perdas produtivas

**Fonte:** Silva (2009, p. 3).

### 2.4.1 Índice de Disponibilidade

O Índice de Disponibilidade (Eq. 1) é a razão entre o Tempo de Operação Total e a Capacidade Produtiva Total. O cálculo do Índice de Disponibilidade necessita dos seguintes dados:

- ✓ Capacidade Produtiva Total – Tempo que o equipamento permanece no local fabril;
- ✓ Tempo de Paradas Programadas (PP) – Tempo de paradas que estejam no planejamento, pode-se citar como exemplo uma manutenção preventiva, equipamento ocioso, reuniões, paradas para refeições;
- ✓ Tempo de Paradas não Programadas (PnP) – Tempo em que o equipamento perde que não está no planejamento, pode-se citar como exemplo uma manutenção corretiva;
- ✓ Tempo de Operação Total – Diferença entre o tempo disponível e o tempo perdido.

$$Disponibilidade_{(\%)} = \frac{Capacidade\ Produtiva\ Total - (\sum PP + \sum PnP)}{Capacidade\ Produtiva\ Total} = \frac{Tempo\ de\ Operação\ Total}{Capacidade\ Produtiva\ Total} \quad (Eq. 1)$$

### 2.4.2 Índice de Desempenho

O Índice de Desempenho (Eq. 2) é obtido pela razão entre o tempo de produção e a diferença entre o tempo total de operação e o tempo de operação não programada.

- ✓ Total de Peças Produzidas – Total de peças produzidas no equipamento;
- ✓ Tempo Teórico de *Setup* – Tempo teórico para a preparação do equipamento na troca de produto. Pode-se citar como exemplo, troca de dispositivos de fixação para a produção de outro produto no equipamento;
- ✓ Tempo Operacional Teórico do Produto – Tempo considerado ideal para a produção de uma peça;

- ✓ Tempo de Processamento Real – Tempo utilizado para a produção de certa quantidade de produtos, é a multiplicação do Tempo de Peças Produzidas pelo Tempo Operacional Teórico do Produto somado com o Tempo Teórico de Setup. Quando o equipamento produz mais que um tipo de produto deve multiplicar a quantidade de cada produto por seus devidos tempo teórico de produção e soma-los;

$$Desempenho_{(\%)} = \frac{\text{Tempo de Processamento Real}}{\text{Tempo de Operação Total}} \quad (\text{Eq. 2})$$

### 2.4.3 Índice de Qualidade

O Índice de Qualidade (Eq. 3) é obtido pela diferença dos totais de peças produzidas e os totais de defeitos, dividido pelo total de peças produzidas. O cálculo do Índice de Qualidade necessita da seguinte informação:

- ✓ Produtos não Conforme – Total de produtos não conformes;

$$Qualidade_{(\%)} = \frac{\text{Produtos Produzidos} - \text{Produtos não Conformes}}{\text{Produtos Produzidos}} \quad (\text{Eq. 3})$$

### 2.4.4 Índice de Eficiência Global do Equipamento

O OEE (Eq. 4) é obtido pela multiplicação dos três índices: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade.

$$OEE_{(\%)} = \text{Disponibilidade} * \text{Desempenho} * \text{Qualidade} \quad (\text{Eq. 4})$$

### **3 DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 Contextualização da empresa**

A empresa estudada atua no mercado há 35 anos, os produtos estão presentes em todo o território nacional, a liderança no mercado é sustentada por mais de 250 funcionários treinados para atuar nos próprios laboratórios de engenharia, produção, campo de testes e administração.

Em uma área de 70.000 m<sup>2</sup>, a empresa esta instalada em Maringá, terceira maior cidade do Paraná, com uma localização geográfica privilegiada dentro de um importante corredor de importação e exportação do sul do País. Isso faz da logística um dos grandes diferenciais da empresa, que ganha em agilidade no transporte de mercadorias para as mais variadas regiões do País e países do MERCOSUL.

Dentro desse parque industrial, tecnologias sem fio são desenvolvidas adequando modernas tendências e funcionalidade. As mesmas são testadas exaustivamente para que se tenha o máximo desempenho e satisfação dos revendedores e clientes finais.

A empresa possui um planejamento estratégico definido pela missão: “Proporcionar a liberdade de comunicação entre pessoas através da tecnologia”, visão: “Ser reconhecida como empresa de referencia em produtos de telecomunicação”, valores: “Simplicidade, Praticidade, Espírito inovador, Comprometimento, Confiança e Otimismo” e a politica de qualidade: “Através da participação de funcionários buscar de uma forma simples e prática para atender as necessidades do mercado de telecomunicação, comprometidos com o atendimento e a melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade e o aumento da satisfação dos clientes”.

Em relação aos produtos e processos, a empresa possui a certificação ISO 9001. Além disso, a empresa foi selecionada entre as 20 melhores empresas para trabalhar no Paraná em 2011 (*Great Place to Work 2011*).

A estrutura organizacional da empresa é apresentada na Figura 4, onde é apresentada a divisão dos gestores da organização, assim como os respectivos responsáveis e subdivisões.



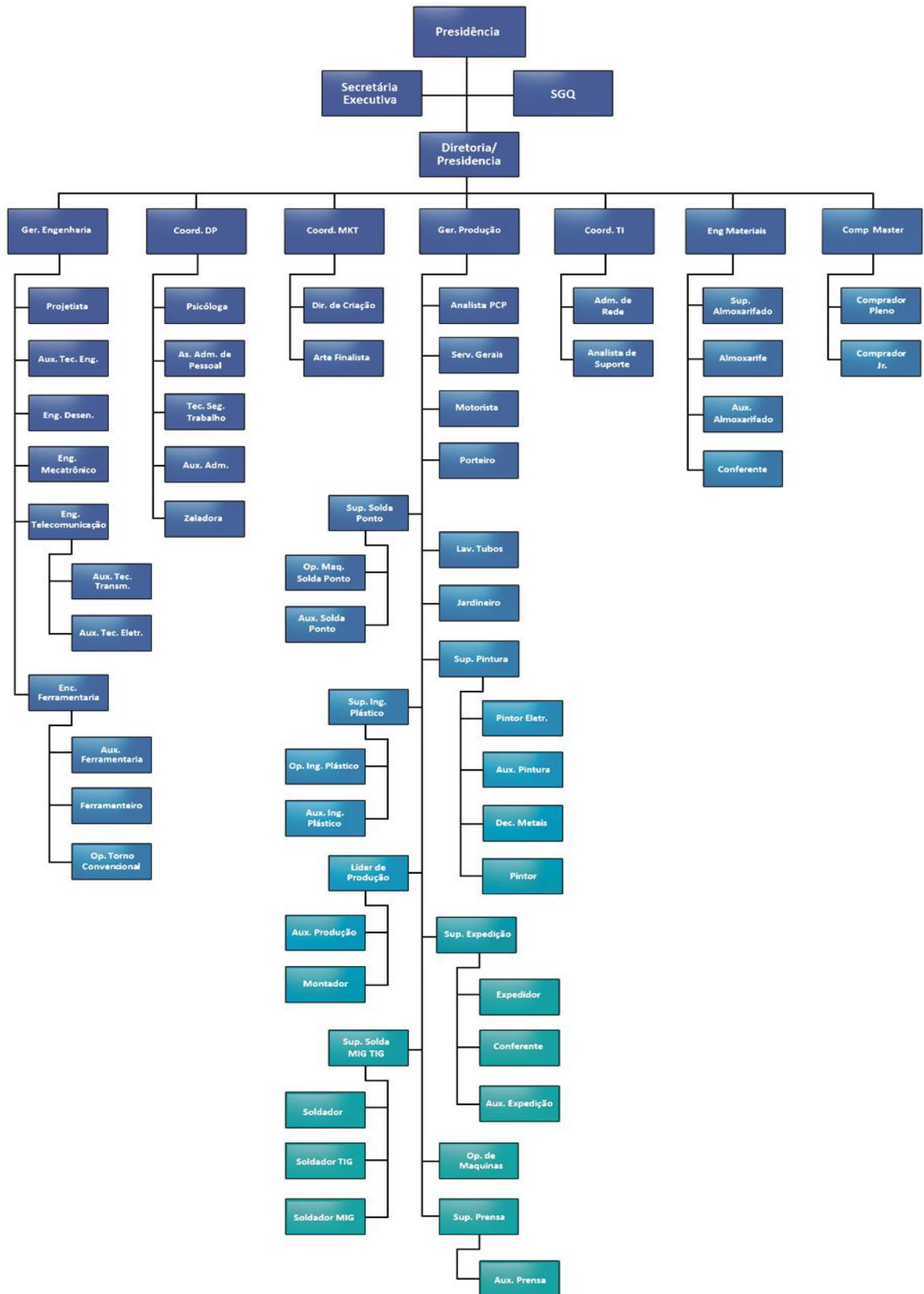


Figura 3: Organograma funcional

Fonte: Empresa

A figura 5 apresenta as fotos dos principais produtos produzidos nos processos internos. Os produtos são divididos em cinco linhas para diferentes funções: TEV (televisão), WEX (internet), CEL (celular), RDC (radio comunicação) e Banda KU (satélite).



**Figura 4: Produtos Fabricados pela Empresa**

Fonte: Empresa

## **3.2 Processo Produtivo da Empresa**

A empresa é composta por treze processos produtivos de produtos intermediários e treze processos produtivos de montagem de produtos acabados. Para o cálculo do indicador de desempenho OEE serão utilizados os processos produtivos de produtos intermediários. Os processos produtivos intermediários podem ser divididos em processos produtivos intermediários primários, secundários e terciários. Os processos produtivos primários produzem componentes para os processos produtivos secundários e para os processos produtivos de montagem. Os processos produtivos secundários produzem componentes para os processos produtivos de montagem.

No início da coleta de dados da empresa em relação aos processos produtivos, centros de recursos alocados em cada área e matéria-prima utilizada, foram obtidos os seguintes dados.

### **3.2.1 Processos Produtivos Primários:**

O Processo Produtivo 01 (Torno) é composto por um Torno CNC e um Torno Revolver. Os centros de recursos utilizam como matéria prima perfis de alumínio e latão e tubos de latão e aço inox. As peças produzidas no processo produtivo 01 (Torno) são para utilização de antenas das linhas RDC e WEX. O processo produtivo possui dois centros de recursos e dois colaboradores.

O Processo Produtivo 02 (Injeção de Plásticos) é composto por cinco Injetoras Horizontais ROMI, quatro Injetoras Horizontais HIMACO e três Injetoras Verticais. Os centros de recursos utilizam como matéria prima ABS preto e branco, Polipropileno e Fortiprene. O

processo produtivo de injeção plástica é o principal processo produtivo primário da empresa, o processo produtivo 02 (Injeção de Plástico) injeta peças plásticas para todas as linhas de antenas da empresa. O processo produtivo 02 utiliza quatro centros de recursos no período noturno, totalizando dezesseis centros de recursos e sete funcionários.

O Processo Produtivo 03 (Injeção de Metais) é composto por uma Injetora de Metais. O centro de recurso utiliza como matéria prima ZAMAK5 (mistura composta de metal base Zinco com alumínio). O processo produtivo 03 (Injeção de Metais) injeta peças para produtos das linhas RDC e WEX. O processo produtivo é composto por um centro de recurso e um colaborador.

O Processo Produtivo 04 (Estamparia) é composto por oito prensas de capacidades variáveis (135, 85, 45 e 40 toneladas). Os centros de recursos utilizam como matérias primas chapas laminadas (alumínio, latão, ferro e aço carbono). O processo produtivo estamparia dará formato (como dobra, furos, corte) a vários componentes, os produtos produzidos no processo produtivo são utilizados em todas as linhas de antenas. O processo produtivo é composto por oito centros de recurso e cinco colaboradores.

O Processo Produtivo 05 (Decapagem de Cabos) é composto por quatro máquinas de corte de cabos. Os centros de recursos utilizam como matéria prima cabos de diferentes diâmetros e frequências de atuação. Os produtos são utilizados em todas as linhas de antenas. E o processo produtivo é composto por três colaboradores e quatro centros de recursos.

O Processo Produtivo 06 (Perfilados) é composto por três serras (uma manual e duas automáticas) e sete furadeiras pneumáticas. A matéria prima utilizada nos centros de recursos são perfis de alumínio com diferentes diâmetros. No processo produtivo (Perfilados) os produtos manufaturados são utilizados nas linhas de produtos TEV e no Processo Produtivo 10 (Solda MIG e TIG Celular). O processo produtivo é composto por sete colaboradores.

O Processo Produtivo 07 (Retífica de Varetas) é composto por duas retíficas de varetas. A única matéria prima utilizada nesses centros de recursos são varetas de aço inox de cinco milímetros. As varetas são retificadas e são utilizadas em produtos da linha de rádio comunicação. O processo produtivo 07 utiliza um centro de recurso no turno noturno, totalizando três centros de recursos.

O Processo Produtivo 08 (Retífica de Molas) é composto por uma máquina de fabricação de molas. A matéria prima utilizada nesse centro de recurso são arames de aço inox de seis e três milímetros. No processo produtivo são produzidas e retificadas molas de dois tamanhos, utilizadas na linha de produtos de rádio comunicação.

O Processo Produtivo 09 (Solda Ponto) é composto cinco máquinas de solda ponto. A matéria prima utilizada nesses centros de recursos são arames de aço de três e cinco milímetros. Os recursos produzem grades, que são utilizadas no Processo Produtivo 11 (Solda MIG Internet).

### **3.2.2 Processos Produtivos Secundários**

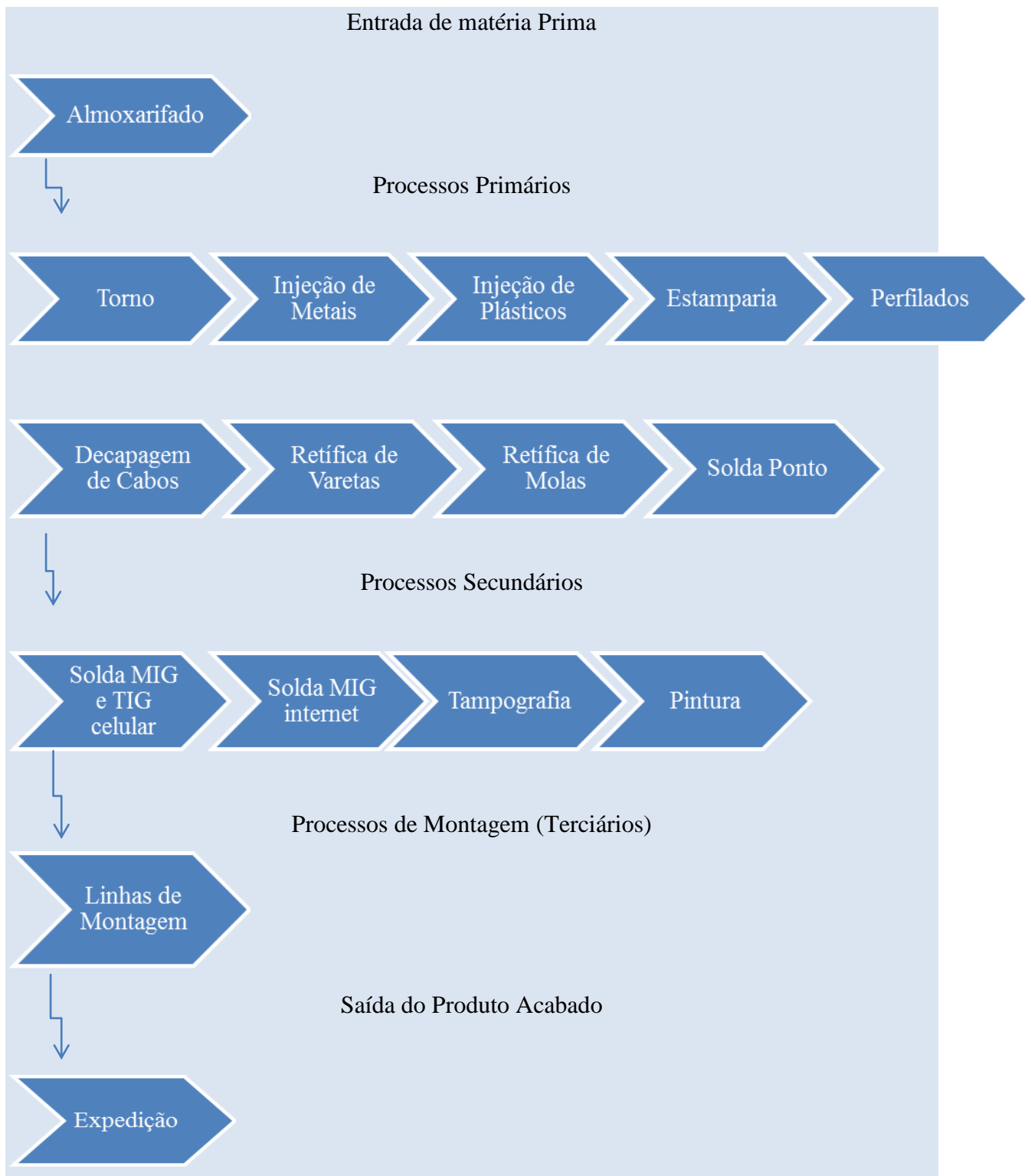
O Processo Produtivo 10 (Solda MIG e TIG Celular) é composto de cinco máquinas de solda MIG 250 amperes (utiliza o gás argônio), uma máquina de solda TIG 300 amperes (utiliza o gás argônio) e quatro maçaricos (utilizam uma mistura de gases acetileno e oxigênio). Os componentes utilizados nesses centros de recursos são provenientes do Processo Produtivo 06 (perfis de alumínio e elementos de alumínio). As antenas celulares soldadas no processo são encaminhadas para o Processo Produtivo 13 (Pintura).

O Processo Produtivo 11 (Solda MIG Internet) é composto de quatro máquinas de solda MIG 350 amperes e utilizam uma mistura de gases argônio e gás carbônico. Os componentes utilizados nesses recursos são provenientes do Processo Produtivo 09 (parábolas de grade) e do Processo Produtivo 04 (chapas de ferro). As grades produzidas no processo são encaminhadas para o Processo Produtivo 13 (Pintura).

O Processo Produtivo 12 (Tampografia) é composto por cinco máquinas de tampografia. Os componentes utilizados nesse processo são tintas, solventes, álcool e produtos intermediários provenientes do Processo Produtivo 02 (produtos plásticos). Os produtos manufaturados no processo são utilizados nas linhas de antenas de televisão.

O Processo Produtivo 13 (Pintura) é composto por três cabines de pintura pó. Os componentes utilizados nesse processo são tinta pó (cinza, branca e preta), produtos do Processo Produtivos 10 (estruturas de antenas celulares soldadas) e produtos do Processo Produtivo 11 (parábolas de grades com chapas soldadas), utilizadas nas linhas CEL e WEX.

A Figura 6 descreve o mapa de fluxo de valor com a divisão dos processos que envolvem a concepção do produto, desde sua entrada de matéria prima no Almoxarifado, até a saída na Expedição da fábrica.



**Figura 5: Mapa de Fluxo de Valor**

Fonte: Autor

### 3.3 Proposta do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Segundo Appolinário (2006), a pesquisa aplicada caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade.

O estudo de caso apresentado tem como objetivo analisar o impacto da implementação do indicador OEE para trabalhar com a eliminação de desperdícios e elevação do sistema produtivo. Para isso, utilizou-se de uma aplicação prática em uma empresa do setor metalúrgico, que foi escolhida como objeto de estudo.

O objetivo exploratório propõe e implementa uma sistemática que identifique as fases de um projeto de elevação da restrição, utilizando os passos propostos do indicador OEE. O indicador permite ter um detalhado conhecimento sobre os problemas encontrados.

Através do estudo de caso, foi possível verificar se o indicador OEE poderia auxiliar no processo de identificação de perdas nos equipamentos gargalos e no processo de melhoria. No entanto, também foram utilizados dados quantitativos (desperdícios e dados de produção média dos equipamentos) e também dados qualitativos (identificação e classificação dos desperdícios).

A coleta de informações para o estudo foi realizado em um período de três meses, compreendendo de maio a julho de dois mil e doze. Durante todo o período foram coletados dados apontados pelos colaboradores pelo ERP (*Enterprise Resource Planning*) Sapiens, via telas criadas para utilização específica dos apontamentos.

No início houve uma dificuldade no apontamento dos dados no sistema por falta de informação aos colaboradores para a importância do cálculo do indicador OEE, os colaboradores alegavam que perdiam muito tempo para o apontamento dessas perdas. Os



colaboradores apontavam no sistema as paradas de máquinas, a produção e os refugos por ordens de produção.

A coleta de dados foi realizada em três períodos de 20 dias úteis do ano de 2012. O primeiro período corresponde do dia 30 de abril a 25 de maio, o segundo do dia 28 de maio a 22 de junho e o terceiro do dia 25 de junho a 20 de julho. A empresa tem uma carga horária diária de oito horas e quarenta minutos, ou seja, o tempo total de um centro de recurso é de 10.400 minutos.

### **3.3.1 Índice Disponibilidade**

O índice disponibilidade é o fator do indicador OEE a ser medido que indicará o percentual de utilização do tempo programado para a realização da operação. Para o cálculo do índice de disponibilidade é necessário os dados das Paradas Planejadas (PP) e as Paradas não Planejadas (PnP) apontadas pelos colaboradores. As Paradas Planejadas foram definidas por:

- Tempo da ginástica laboral (120 minutos por mês);
- Tempo de banheiro (200 minutos por mês);
- Tempo antes e após almoço e café (200 minutos por mês);
- Manutenção preventiva (400 minutos por mês);
- Outros (120 minutos por mês).

Totalizando novecentos e sessenta minutos mensais para cada processo produtivo, os processos produtivos 02 e 07 tiveram uma adição de noventa minutos nas paradas planejadas devido ao turno noturno.

A Tabela 1 mostra os dados das capacidades produtivas, paradas planejadas e paradas não planejadas. A Tabela 2 mostras os resultados da disponibilidade para todos os processos produtivos da empresa. O cálculo desse índice é demonstrado pela Equação 5.

$$Disponibilidade_{(\%)} = \frac{Capacidade\ Produtiva\ Total - (\Sigma PP + \Sigma PnP)}{Capacidade\ Produtiva\ Total} = \frac{Tempo\ de\ Operação\ Total}{Capacidade\ Produtiva\ Total} \quad (Eq. 5)$$

**Tabela 1: Dados para o Índice Disponibilidade**

Processos Produtivos	Número de Centros de Recursos (un.)	Capacidade Mensal de um Centro de Recurso (min.)	Capacidade Produtiva (min.)	Paradas Planejadas (min.)	Paradas não Planejadas período 1 (min.)	Paradas Não Planejadas período 2 (min.)	Paradas Não Planejadas período 3 (min.)
01	02	10.400	20.800	960	0,00	1.390,80	579,60
02	16	10.400	166.400	1.050	10.306,20	4.745,40	10.039,80
03	01	10.400	10.400	960	528,00	0,00	633,00
04	08	10.400	83.200	960	979,20	4.673,40	3.060,00
05	04	10.400	41.600	960	60,00	0,00	60,00
06	10	10.400	104.000	960	45,00	655,20	3.303,60
07	03	10.400	31.200	1.050	1.006,80	2.728,80	1.609,20
08	01	10.400	10.400	960	0,00	0,00	0,00
09	05	10.400	52.000	960	876,00	0,00	2.004,00
10	10	10.400	104.000	960	0,00	0,00	676,20
11	04	10.400	41.600	960	768,00	651,00	1.533,60
12	05	10.400	52.000	960	827,40	3.296,40	6.502,20
13	03	10.400	31.200	960	419,40	0,00	16,80

Fonte: do Autor

Tabela 2: Resultados do Índice Disponibilidade

Processos Produtivos	Disponibilidade período 1 (%)	Disponibilidade período 2 (%)	Disponibilidade período 3 (%)
01	95,38	88,70	92,60
02	93,18	96,52	93,34
03	85,69	90,77	84,68
04	97,67	93,23	95,17
05	97,55	97,69	97,55
06	99,03	98,45	95,90
07	93,41	87,89	91,48
08	90,77	90,77	90,77
09	96,47	98,15	90,50
10	99,08	99,08	98,43
11	95,85	96,13	94,00
12	96,56	91,81	85,65
13	95,58	96,92	96,87

Fonte: do Autor

### 3.3.2 Índice Desempenho

O índice desempenho é o fator responsável por medir as perdas de processo decorrentes de perdas de velocidade (pequenas perdas de processo). O índice desempenho é calculado pela razão entre o tempo de processamento real e o tempo operacional total, demonstrado na Equação 6. A Tabela 3 mostra os dados dos tempos de operação total e tempos de processamento real (tempos de apontamentos). A Tabela 4 mostras os resultados do desempenho para todos os processos produtivos da empresa.

$$Desempenho_{(\%)} = \frac{\text{Tempo de Processamento Real}}{\text{Tempo de Operação Total}} \quad (\text{Eq. 6})$$

**Tabela 3: Dados para o Índice Desempenho**

Processos Produtivos	Tempo de Operação Total Maio (min.)	Tempo de Operação Total Junho (min.)	Tempo de Operação Total Julho (min.)	Tempo de Processamento Real período 1 (min.)	Tempo de Processamento Real período 2 (min.)	Tempo de Processamento Real período 3 (min.)
01	19.840,00	18.449,20	19.260,40	8.894	12.481	12.017
02	155.043,80	160.604,60	155.310,20	88.838	116.019	131.738
03	8.912,00	9.440,00	8.807,00	4.966	7.511	6.464
04	81.260,80	77.566,60	79.180,00	28.446	24.161	31.570
05	40.580,00	40.640,00	40.580,00	38.751	32.302	24.418
06	102.995,00	102.384,80	99.736,40	71.759	39.708	53.526
07	29.143,20	27.421,20	28.540,80	24.613	26.264	24.912
08	9.440,00	9.440,00	9.440,00	6.878	6.733	8.578
09	50.164,00	51.040,00	49.036,00	15.181	6.146	11.941
10	103.040,00	103.040,00	102.363,80	73.215	72.982	72.575
11	50.272,00	50.389,00	49.506,40	17.914	6.590	10.973
12	50.212,60	47.743,60	44.537,80	18.378	23.495	25.461
13	29.820,60	30.240,00	30.223,20	23.540	27.886	26.687

Fonte: do Autor

**Tabela 4: Resultados do Índice Desempenho**

Processos Produtivos	Desempenho período 1 (%)	Desempenho período 2 (%)	Desempenho período 3 (%)
01	44,83	67,65	62,39
02	57,30	72,24	84,82
03	55,72	79,57	73,40
04	35,01	31,15	39,87
05	95,49	79,48	60,17
06	69,67	38,78	53,67
07	84,46	95,78	87,29
08	72,86	71,32	90,87
09	30,26	12,04	42,29
10	71,05	70,83	70,90
11	44,93	16,48	59,94
12	36,60	49,21	57,17
13	78,94	92,22	88,30

Fonte: do Autor

### 3.3.3 Índice Qualidade

O índice qualidade é caracterizado pelas perdas ocorridas por qualidade. Essas perdas consideram o tempo despendido para a fabricação de peças que não atendem os padrões de qualidade determinados, incluindo as peças que exigirem retrabalhos. A Tabela 5 mostra os dados de produtos produzidos e produtos não conformes. A Tabela 6 indica os resultados obtidos em todos os processos produtivos da empresa. A Equação 7 demonstra o cálculo a ser realizado para obtenção do índice.

$$Qualidade_{(\%)} = \frac{\text{Produtos Produzidos} - \text{Produtos não Conforme}}{\text{Produtos Produzidos}} \quad (\text{Eq. 7})$$

**Tabela 5: Dados para o Índice Qualidade**

Processos Produtivos	Produtos Produzidos período 1 (un.)	Produtos Produzidos período 2 (un.)	Produtos Produzidos período 3 (un.)	Produtos não Conforme período 1 (un.)	Produtos não Conforme período 2 (un.)	Produtos não Conforme período 3 (un.)
01	9.837	21.120	20.247	00	00	15
02	466.014	538.626	624.523	6.233	3.640	6.227
03	28.118	50.811	64.326	00	00	00
04	291.834	305.472	259.649	362	611	302
05	184.915	193.387	172.368	00	00	00
06	227.567	185.940	253.053	00	00	01
07	9.325	16.150	9.400	03	00	55
08	5.632	2.000	3.892	00	50	14
09	12.325	10.871	17.510	00	00	46
10	94.857	95.849	90.596	10	00	01
11	26.502	17.932	17.961	00	00	00
12	74.776	144.748	129.911	629	987	147
13	78.647	91.622	83.534	11	22	01

Fonte: do Autor

**Tabela 6: Resultado do Índice Qualidade**

Processos Produtivos	Qualidade período 1 (%)	Qualidade período 2 (%)	Qualidade período 3 (%)
01	100,00	100,00	99,93
02	98,66	99,32	99,00
03	100,00	100,00	100,00
04	99,88	99,80	99,88
05	100,00	100,00	100,00
06	100,00	100,00	100,00
07	99,97	100,00	99,41
08	100,00	97,50	99,64
09	100,00	100,00	99,74
10	99,99	100,00	100,00
11	100,00	100,00	100,00
12	99,16	99,32	99,89
13	99,99	99,98	100,00

Fonte: do Autor

### 3.3.4 OEE

Portanto, o OEE será o produto da disponibilidade (Tempo de Operação Total *versus* Capacidade Produtiva Total) multiplicada pelo desempenho (Tempo de Processamento Real *versus* Tempo de Operação Total) multiplicada pela qualidade (Produtos conformes *versus* Total de Produtos Fabricados), conforme apresentado pela Equação 8.

$$OEE_{(\%)} = Disponibilidade * Desempenho * Qualidade \quad (8)$$

**Tabela 7: Resultado OEE**

Processos Produtivos	OEE período 1 (%)	OEE período 2 (%)	OEE período 3 (%)
01	42,76	60,00	57,73
02	52,67	69,25	78,38
03	57,75	72,22	62,15
04	34,15	28,98	37,90
05	93,15	77,65	58,70
06	69,00	38,18	51,47
07	78,86	84,18	79,38
08	66,13	63,12	82,18
09	29,19	11,82	38,17
10	70,39	70,18	69,78
11	43,06	15,84	52,75
12	35,05	44,87	48,91
13	75,44	89,36	85,53
Média	53,19	55,82	

Fonte: do Autor

### 3.4 Implantação do OEE

A Figura 6 apresenta o cronograma básico para implementação do OEE na empresa, que será dividido em oito etapas. Esse cronograma foi elaborado conforme a disponibilidade do departamento de Tecnologia de Informação.

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Treinamento dos colaboradores	■	■	■													
2. Elaboração do plano de obtenção de dados		■	■	■												
3. Revisão dos relatórios de obtenção de dados					■	■	■									
4. Elaboração da T.I.					■	■	■	■	■							
5. Treinamento da T.I. para os colaboradores							■	■	■	■	■					
6. Revisão de resultados											■	■	■			
7. Elaboração dos planos de ações													■	■	■	
8. Execução do plano de ações															■	■

**Figura 6: Cronograma de implantação do indicador de desempenho OEE**

Fonte: do Autor

Etapa 1 – Treinamento dos colaboradores: consiste no treinamento dos colaboradores responsáveis envolvidos nos indicadores de desempenho quanto aos conceitos do OEE.

Etapa 2 – Elaboração do plano de obtenção de dados: direcionar os colaboradores quais serão os dados necessário para a coleta e a realização dos cálculos do indicador OEE.

Etapa 3 – Revisão dos relatórios de obtenção de dados: definidos os dados necessários, verificar os relatórios necessários para a coleta, e caso ainda não exista um relatório para alguns deles, elaborar esses relatórios e documentos.

Etapa 4 – Elaboração da T.I.: essa etapa consiste na elaboração das telas para os apontamentos de desperdícios, tempos de produção, de quantidades de produtos conformes e não conformes. Além da elaboração dos relatórios necessários para a obtenção das informações essenciais para o cálculo dos índices de disponibilidade, desempenho e qualidade.

Etapa 5 – Treinamento da T.I.: os colaboradores serão treinados, assim que as alterações nos apontamentos forem ocorrendo.

Etapa 6 – Revisão de Resultados: fazer revisão analítica de todos os resultados obtidos para validação dos resultados.

Etapa 7 – Elaboração dos planos de ações: analisar com os colaboradores os motivos das não obtenções de metas e realizar *brainstorms* para elaboração dos planos de ações.



Etapa 8 – Execuções dos planos de ações: realizar as ações obtidas nas análises com a equipe de colaboradores.

### **3.5 Análise de Resultados e Proposta de Melhoria**

Em geral com os resultados encontrados mensalmente após a implantação de melhorias, verificou-se a importância do indicador como instrumento de diagnóstico e controle. Foi demonstrado pelos resultados obtidos no primeiro período, que a falta de prática nos apontamentos de desperdícios gera valores sem relevância.

Os resultados encontrados estão sendo mostrados nas reuniões mensais e haverá um *brainstorming* na busca por uma melhoria destes índices. Foi criado um Quadro de Gestão à Vista (Figura 7) onde serão colocados todos os gráficos do OEE de cada processo produtivo (ver Apêndices) de cada processo produtivo com a determinada meta (60%). Essa meta foi criada com o intuito de aplicar melhorias nos processos produtivos mais críticos.



**Figura 7: Quadro de Gestão à Vista**

Fonte: Empresa

Durante o planejamento das ações do período 1, o grupo de trabalho focalizou-se nos processos produtivos 01, 04, 09, 11 e 12 (Torno CNC, Estamparia, Solda Ponto, Solda MIG Internet e Tampografia) que ficaram abaixo da meta proposta e não atingiram o valor de cinquenta pontos percentuais no indicador de desempenho OEE. Os fatos e as ações de melhoria dos processos produtivos que foram apresentados pelos colaboradores são descritos abaixo:

- No processo produtivo 01 (Torno CNC) foi constatado que um colaborador desse setor estava de licença médica no período 1 deixando o indicador de desempenho (OEE) abaixo da meta, com o valor de 44,76%. O retorno do colaborador no período seguinte causou impacto de melhoria no indicador OEE que apresentou um índice realizado de 60,00%.
- No processo produtivo 04 (Estamparia) com a saída da linha de produtos SAT (DTH-60 - Antena parabólica SKY), e o processo produtivo 04 era o principal fornecedor de componentes da linha de antenas parabólicas. O desempenho do indicador OEE apresentou uma baixa taxa realizada de 34,15%. Estão sendo feitos projetos no departamento de Planejamento e Desenvolvimento para a reutilização dos recursos que estão ociosos no processo produtivo da Estamparia.
- No processo produtivo 09 (Solda Ponto) com a diminuição da demanda dos produtos grades internet o desempenho do indicador OEE apresentou uma baixa taxa realizada de 29,19%. A ação proposta para um aumento do resultado obtido no indicador do processo produtivo 09 foi à inativação de dois centros de recursos ao longo do período 2. Com o a inativação dos recursos o índice realizado passou a ser de 38,17% no período 3.
- No processo produtivo 11 (Solda MIG Internet) com a mesma diminuição de vendas dos produtos grades internet o desempenho do indicador OEE apresentou uma taxa realizada de 43,06% no primeiro período. A ação proposta para o processo produtivo foi o de inativação de dois centros de recursos ao longo do segundo período, nos trazendo uma melhora de aproximadamente dez pontos percentuais no período 3 (52,75%).

- No processo produtivo 12 (Tampografia) com a falta de operadores de máquinas e a baixa demanda do setor o desempenho do indicador OEE apresentou uma taxa realizada de 35,05% no primeiro período. As ações propostas para o melhor desempenho do indicador foram à criação de etiquetas para tampografia (eliminando as etiquetas que eram coladas), e o aumento de um operador de máquina. As mudanças refletiram nos períodos 2 e 3 com valores de 44,87% e 48,91%, respectivamente.

## **4 CONCLUSÃO**

### **4.1 Considerações Finais**

A implantação do indicador de desempenho de Eficiência Global de Equipamentos auxiliou na tomada de decisões e propostas de melhoria. As perdas e as ineficiências representaram que uma parte dos recursos da empresa não está sendo utilizada com toda a sua capacidade. Com isso, a utilização do indicador não só retratou as perdas e ineficiências ocorridas como também permitiu, através do desdobramento, identificar onde se encontram os potenciais de melhoria dos equipamentos, indicando a direção de atuação que as equipes de trabalho devem seguir para obter o aumento da eficácia dos equipamentos.

Embora os resultados do índice OEE (média de 60,32%) nos três períodos estejam abaixo dos padrões mundiais, eles foram medidos com sucesso nos três períodos determinados, uma vez que cumpriram com a ideia inicial: traduzir a eficiência de uma forma global, cujos aspectos da produção (disponibilidade, desempenho e qualidade) são relacionados. Dessa forma, os índices demonstraram a eficiência das funções da empresa de uma forma mais completa.

### **4.2 Limitações da Pesquisa**

Assim sendo, a análise do OEE permitiu envolver todos os processos produtivos de componentes da empresa por meio de um indicador, auxiliando a liderança na administração de recursos dos processos produtivos, bem como direcionou os esforços da equipe em busca do aumento da eficácia global industrial da empresa.

### 4.3 Pesquisas Futuras

Sugere-se para trabalhos futuros o estudo da aplicação desse indicador em outros casos de elevação de gargalos com a utilização de coleta automática de dados e utilizar uma tela de informações *online* (Andon), bem como o impacto desses trabalhos na redução de custos dos produtos das empresas. Além da elaboração e padronização dos treinamentos a serem aplicados aos colaboradores dos processos produtivos da empresa.

Também se tem como sugestão de trabalhos futuros, a mensuração dos custos dos desperdícios identificados através do indicador OEE: custos de máquinas paradas, de perda de desempenho e de qualidade – que podem ter suas causas relacionadas tanto com problemas de máquina quanto pela falta de qualificação dos colaboradores e a disponibilidade das informações – de processos e de métodos de trabalho.

## 5 REFERÊNCIAS

APPOLINÁRIO, F.; **Metodologia da ciência – filosofia e prática de pesquisa**. Editora Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 2006.

CARDOZA, E. & CARPINETTI, L. C. R. (2005). **Indicadores de Desempenho para Produção Enxuta**. Revista Produção, v. 5, n. 2, Florianópolis.

CHIARADIA, A. J. P. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística**. 2004.133p. Tese (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CORDEIRO, S **Desafios na implantação de sistemas de cálculo de eficiência – XI Seminário de Automação de Processos**, 03 a 05 de Outubro, Porto Alegre 2007.

GALDÁMEZ, E. V. C. **Proposta de um Sistema de Medição de Desempenho para Clusters Industriais de Pequenas e Médias Empresas**.192p. Tesem (Doutorado) – EESC/USP, São Carlos, 2007.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **Mapas Estratégicos: Convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis**. Tradução por Afonso Celso da Cunha Serra. 1ª ed. 8ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 471p.

LOURENÇO, J. T. V. **A dimensão Humana Essencial: uma identificação dos alicerces do desempenho organizacional**. 2007.285p. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – PUC-Rio, Rio de Janeiro.

MARÇAL, C. A. M. **A avaliação de desempenho empresarial: o passo seguinte à implementação do sistema de gestão**. 2008.136p. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

NAKAJIMA, S. **Introdução TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.110 p.

NASCIMENTO, S.; COELHO, C.; COELHO, A. L. A. L.; HEIN, N. **Avaliação de desempenho organizacional: a produção científica das ferramentas gerenciais no período de 2000 a 2008**. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010, São Carlos.

NELLY, A. *et al.* **Performance measurement system design: A literature review and research agenda**. 1995 *International Journal of Production Economics*. Nº 4 pp 80-116.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997 (edição norte-americana de 1988 e primeira edição japonesa de 1978).

OLIVEIRA, A. C. S.; SANTOS, M. J. S. **Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – Um estudo de caso.** Artigo (Graduação) – XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 09 a 11 de Outubro, Foz do Iguaçu, 2007.

RIANI, A. M. **Estudo de caso: O Lean Manufacturing na Becton Dickinson.** 2006.52p. Tese (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

SANTOS, A. C. O. **Análise do indicador de eficiência global de equipamentos para elevação de restrições físicas em um ambiente de manufatura enxuta.** 2009.111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

SILVA, J. P. A. R.; **OEE – A forma de medir a eficácia dos equipamentos.** 2009.10p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; **Administração da produção.** 1ª Edição, Editora Atlas, São Paulo, 1997.

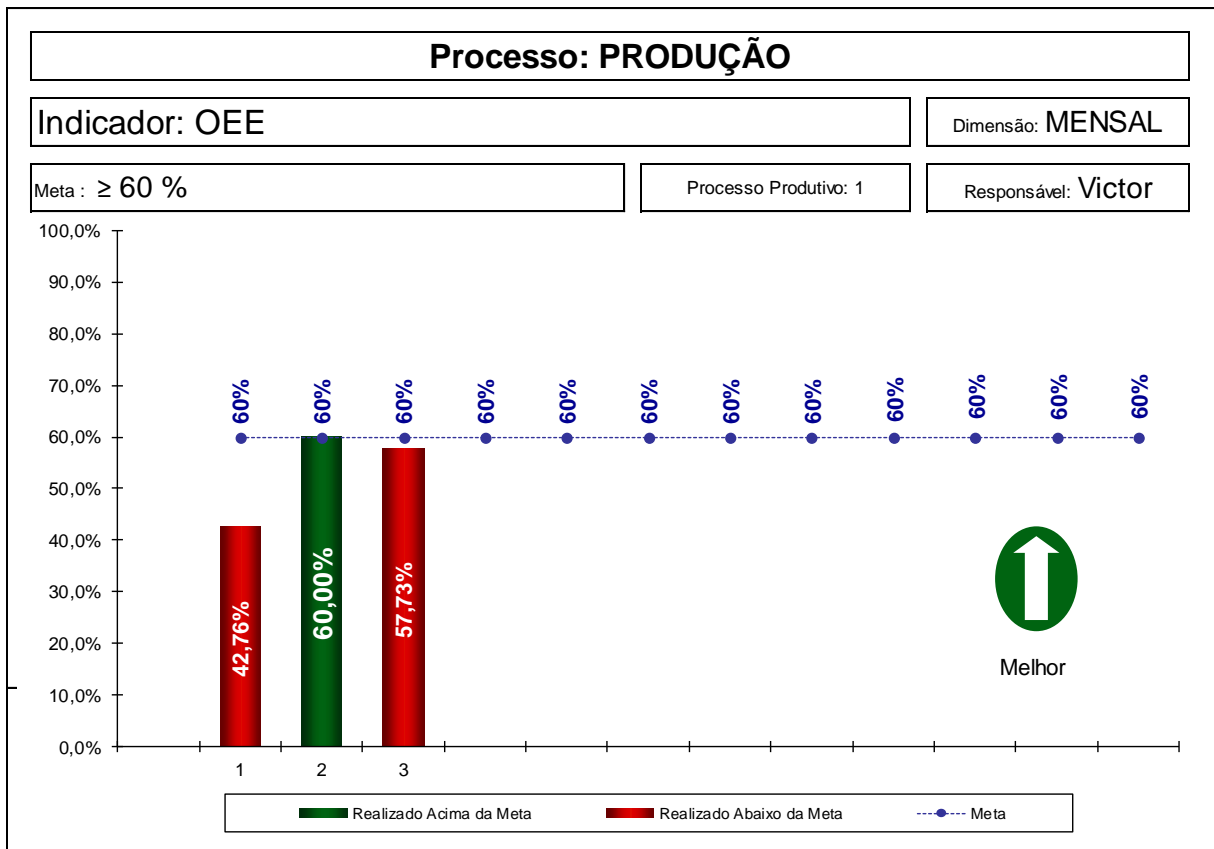
TAKAHASHI, Y., OSADA T. **TPM/MPT: Manutenção Produtiva Total.** São Paulo: Instituto IMAM, 1993.



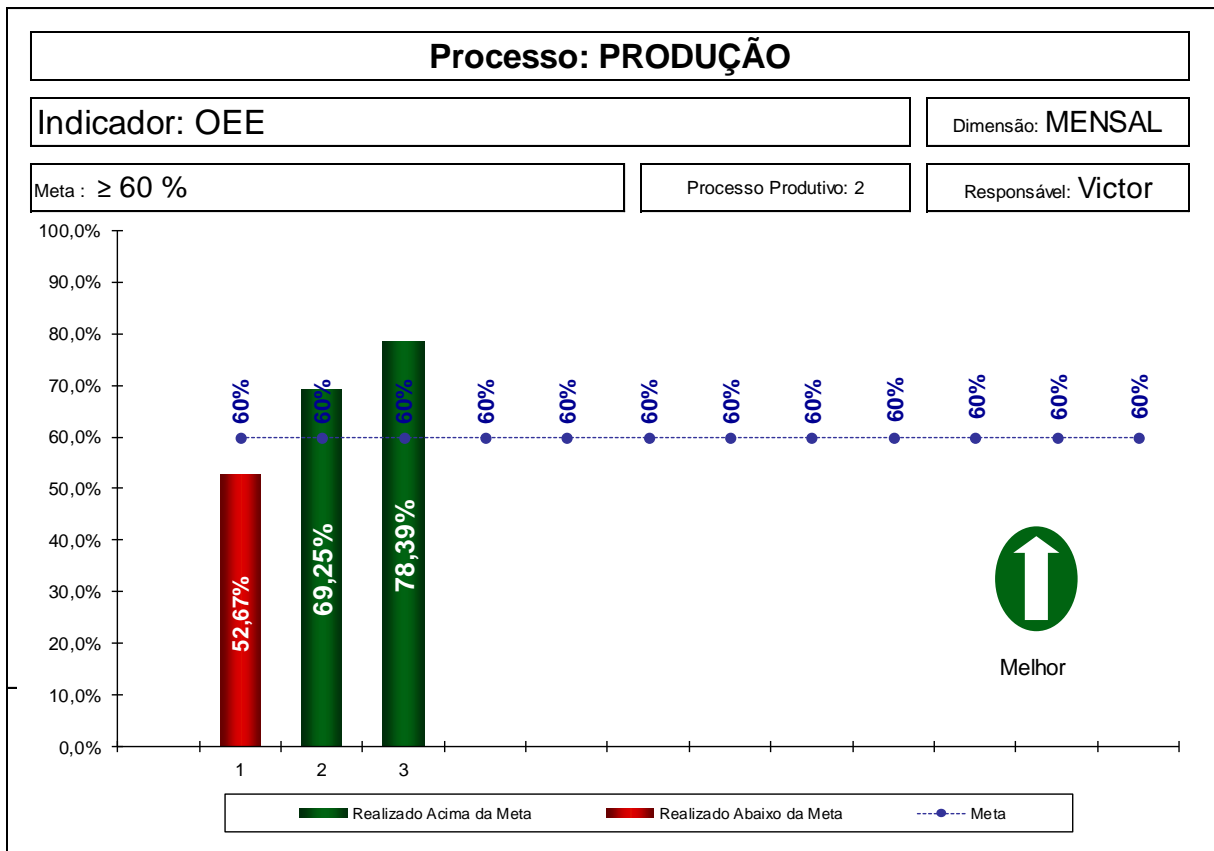


## APÊNDICES

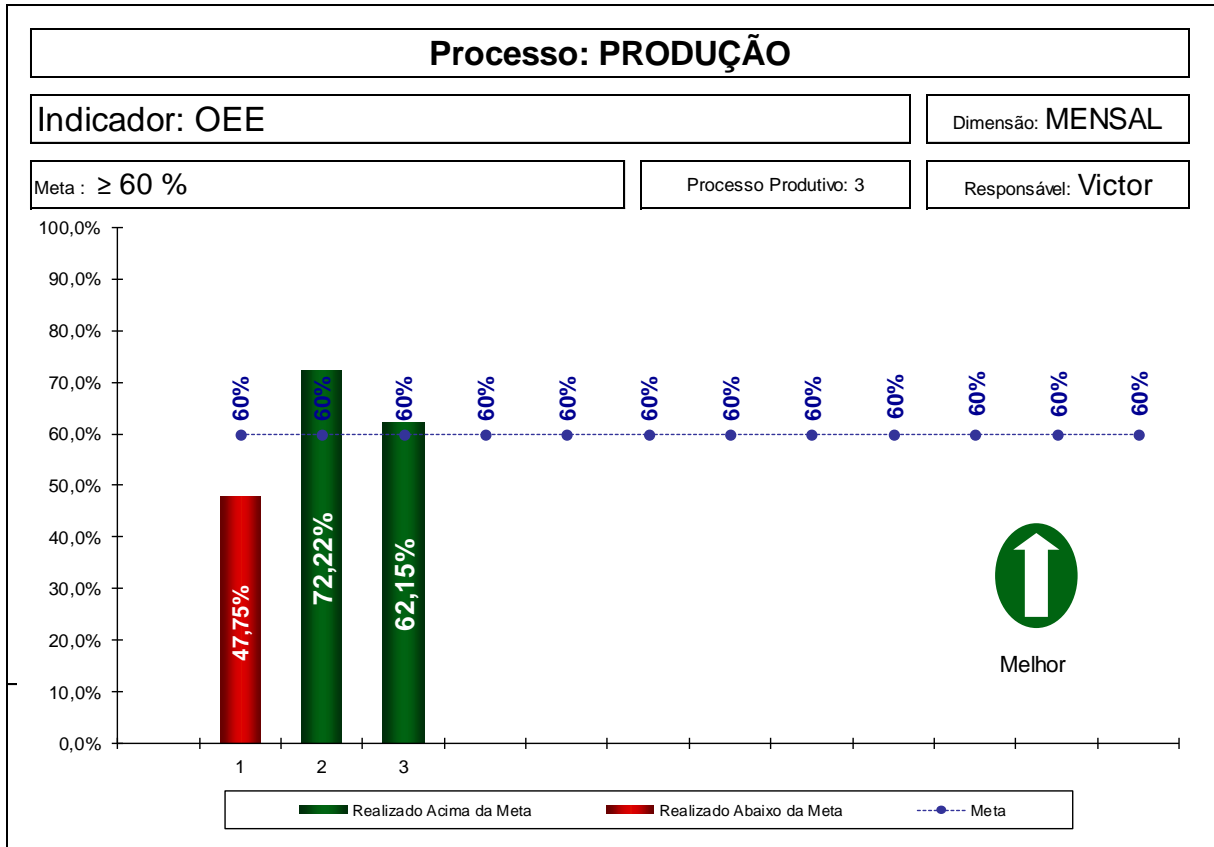
## APÊNDICE 1 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 1



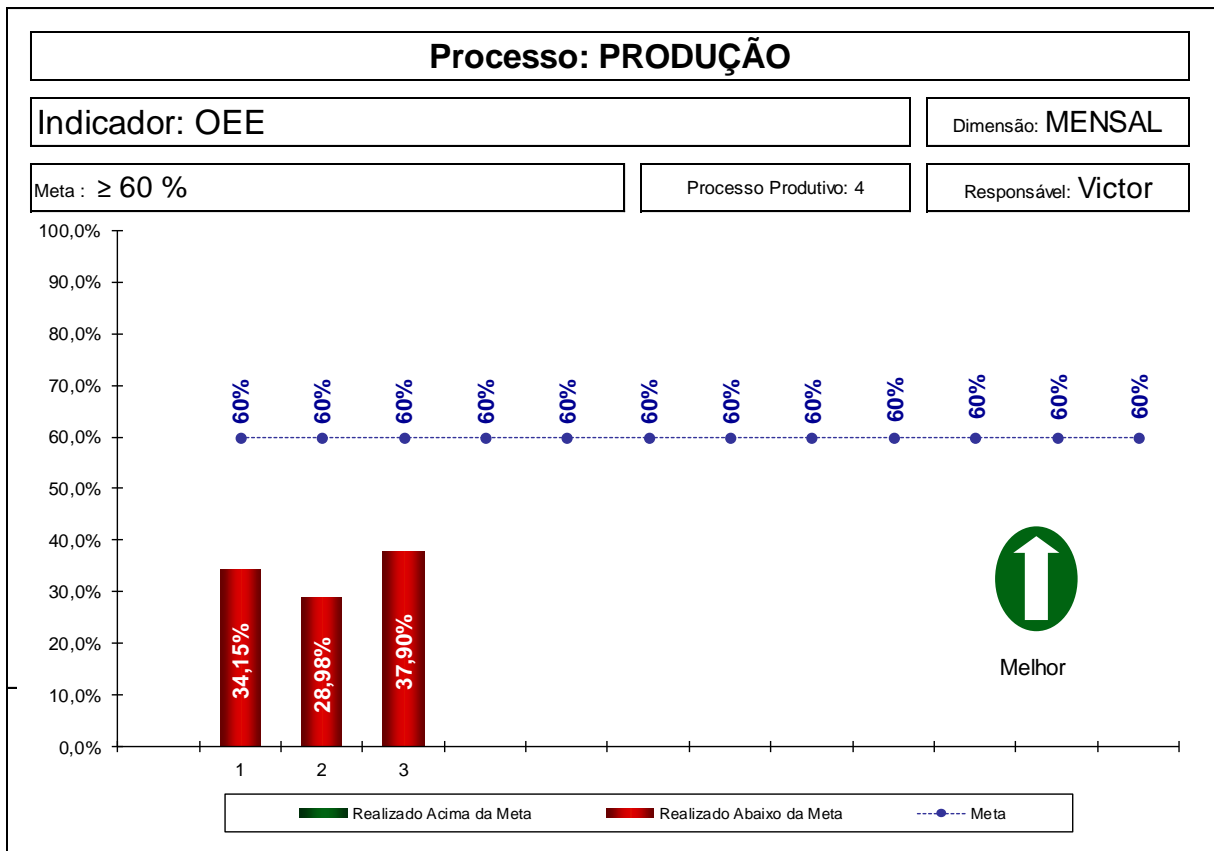
## APÊNDICE 2 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 2



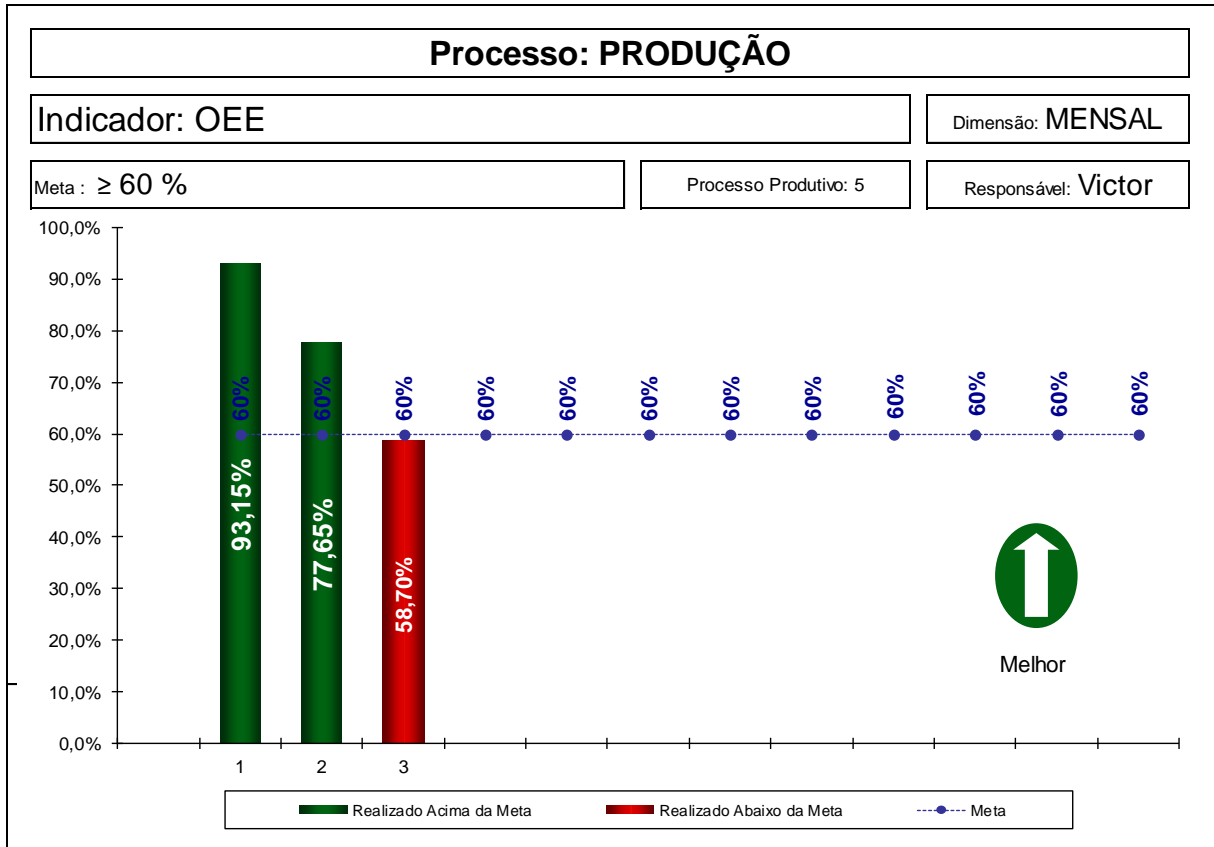
### APÊNDICE 3 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 3



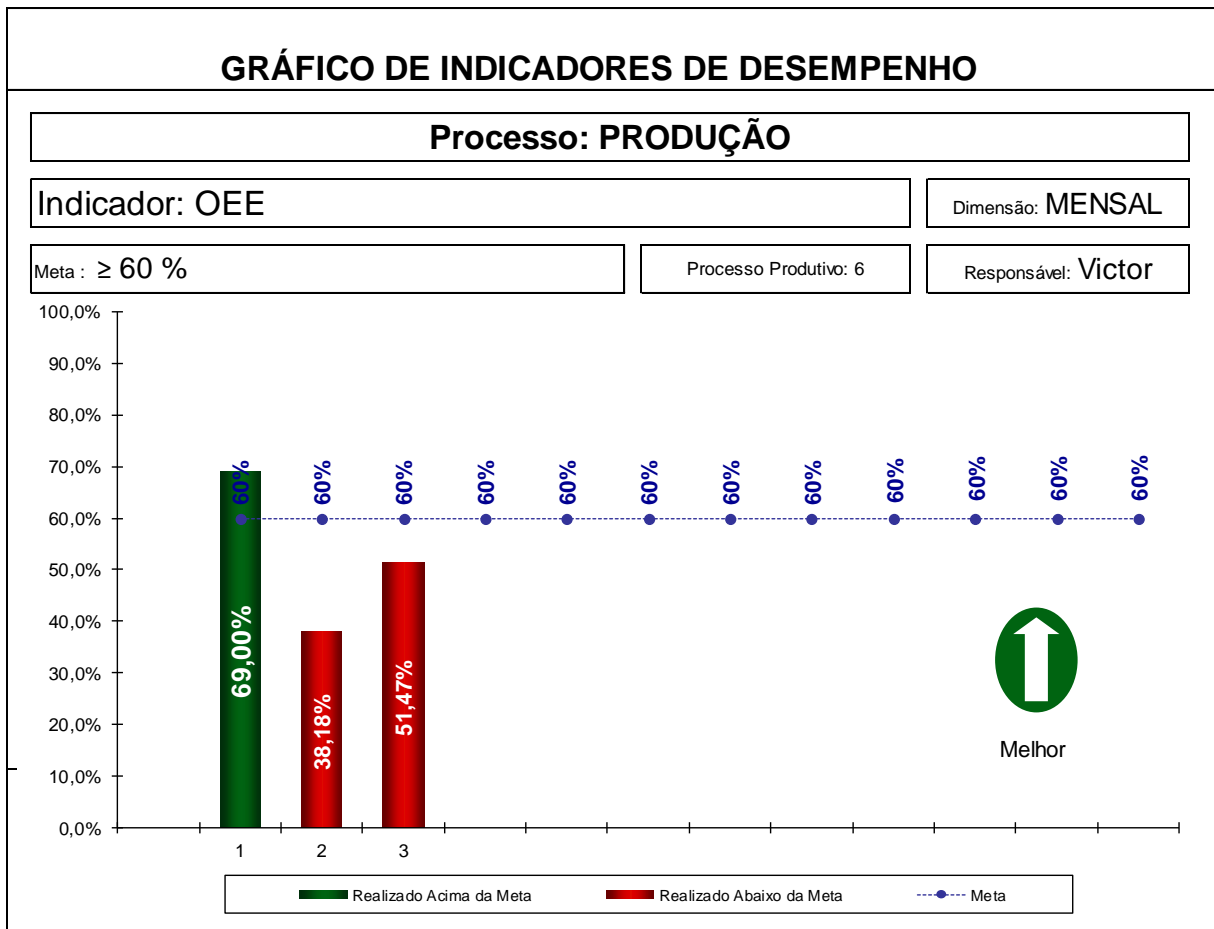
## APÊNDICE 4 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 4



## APÊNDICE 5 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 5

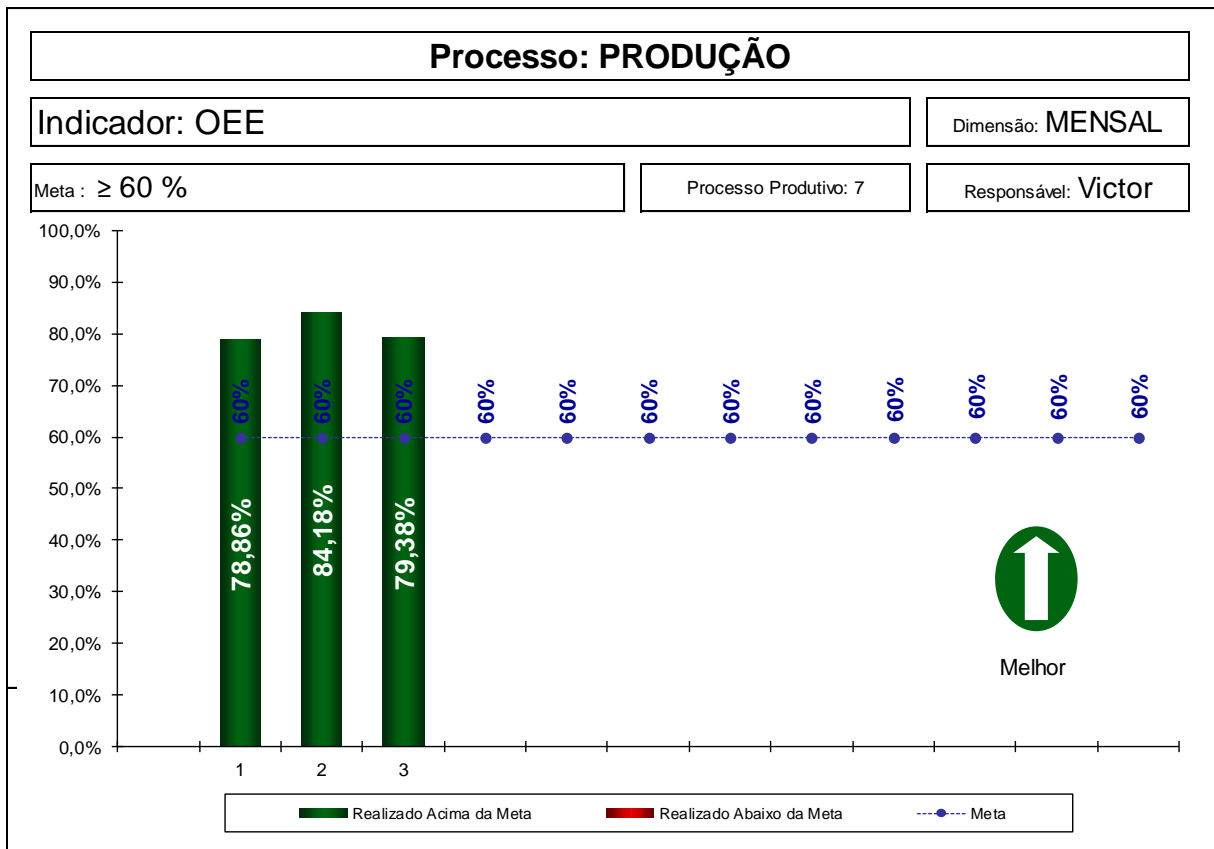


## APÊNDICE 6 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 6

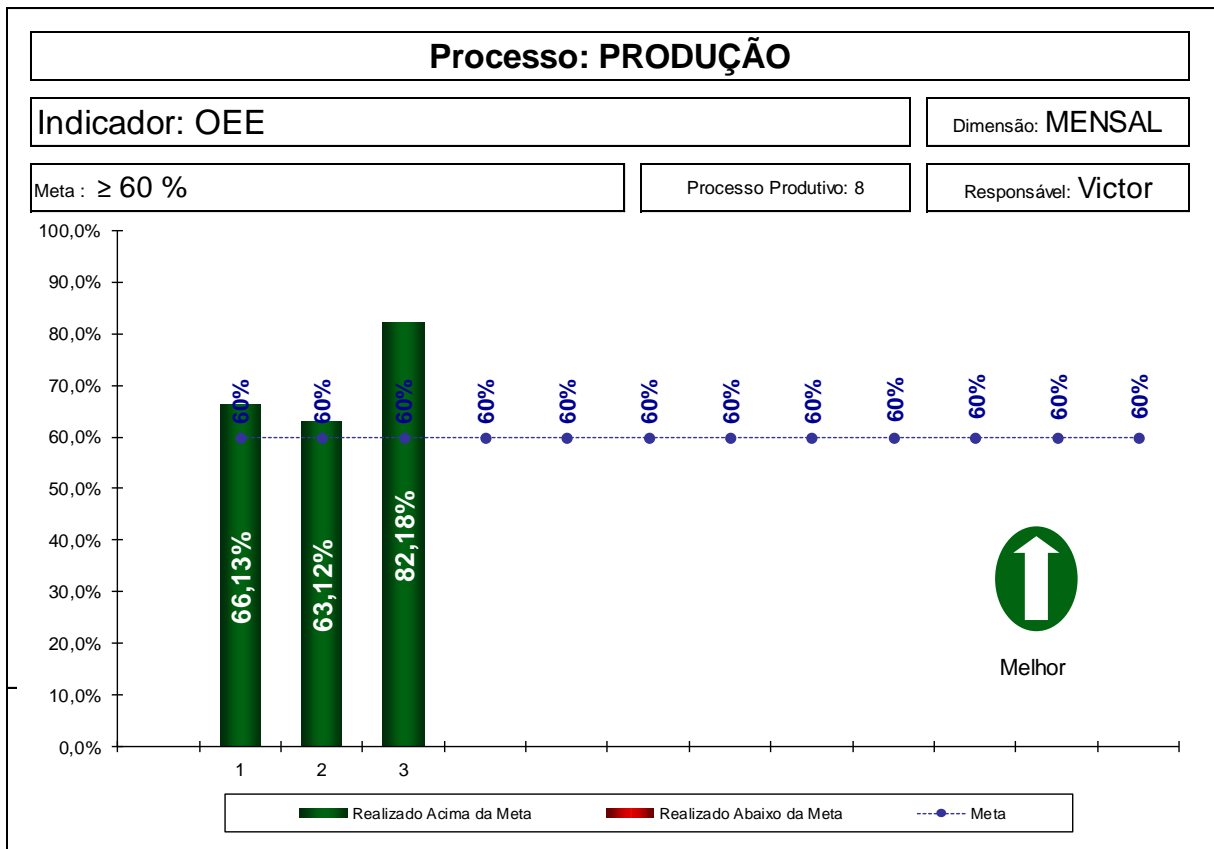




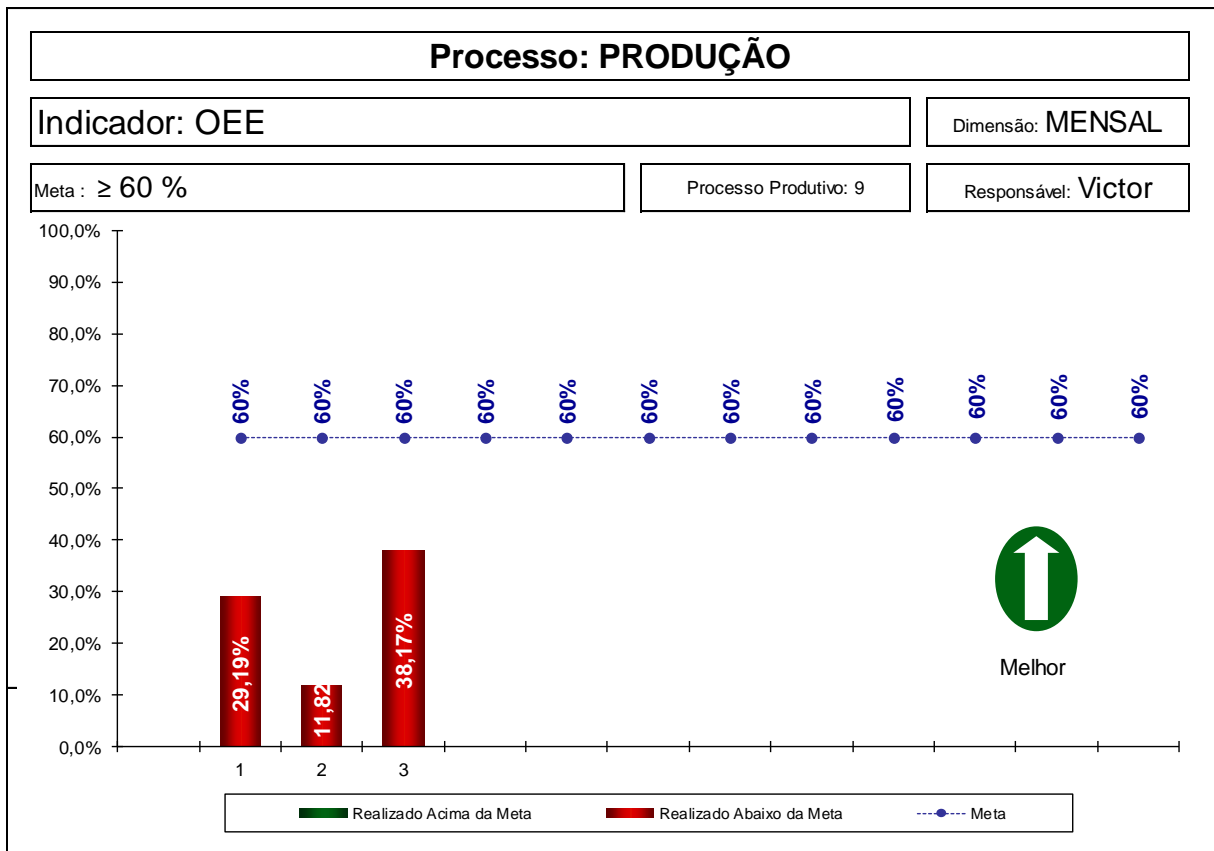
## APÊNDICE 7 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 7



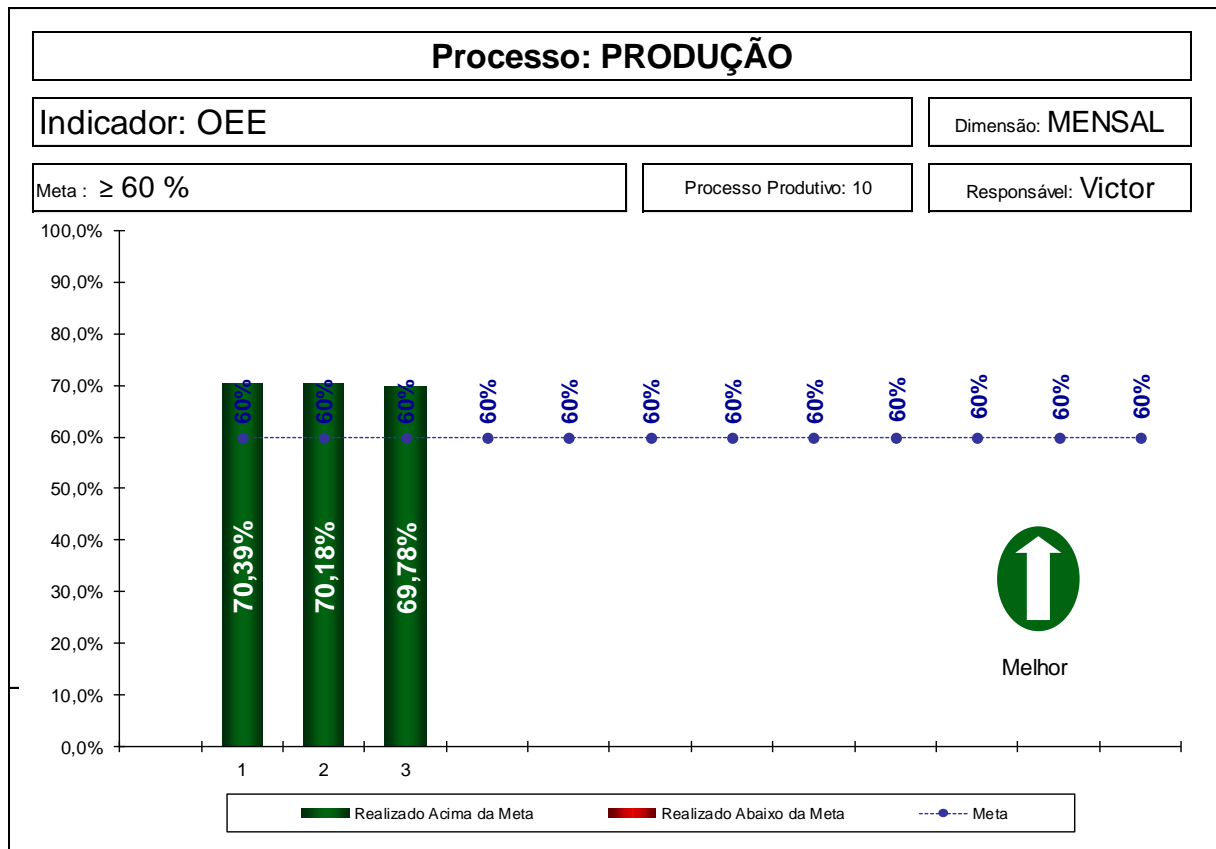
## APÊNDICE 8 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 8



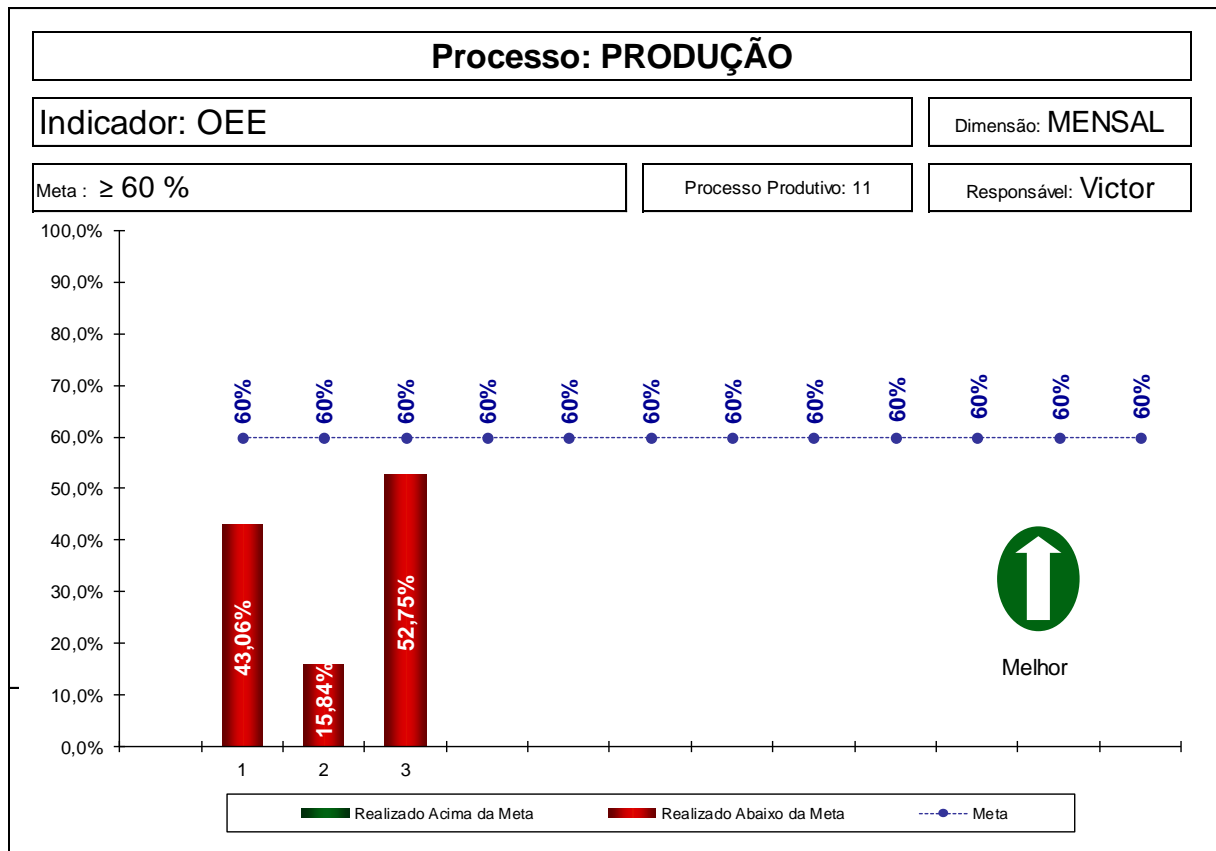
## APÊNDICE 9 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 9



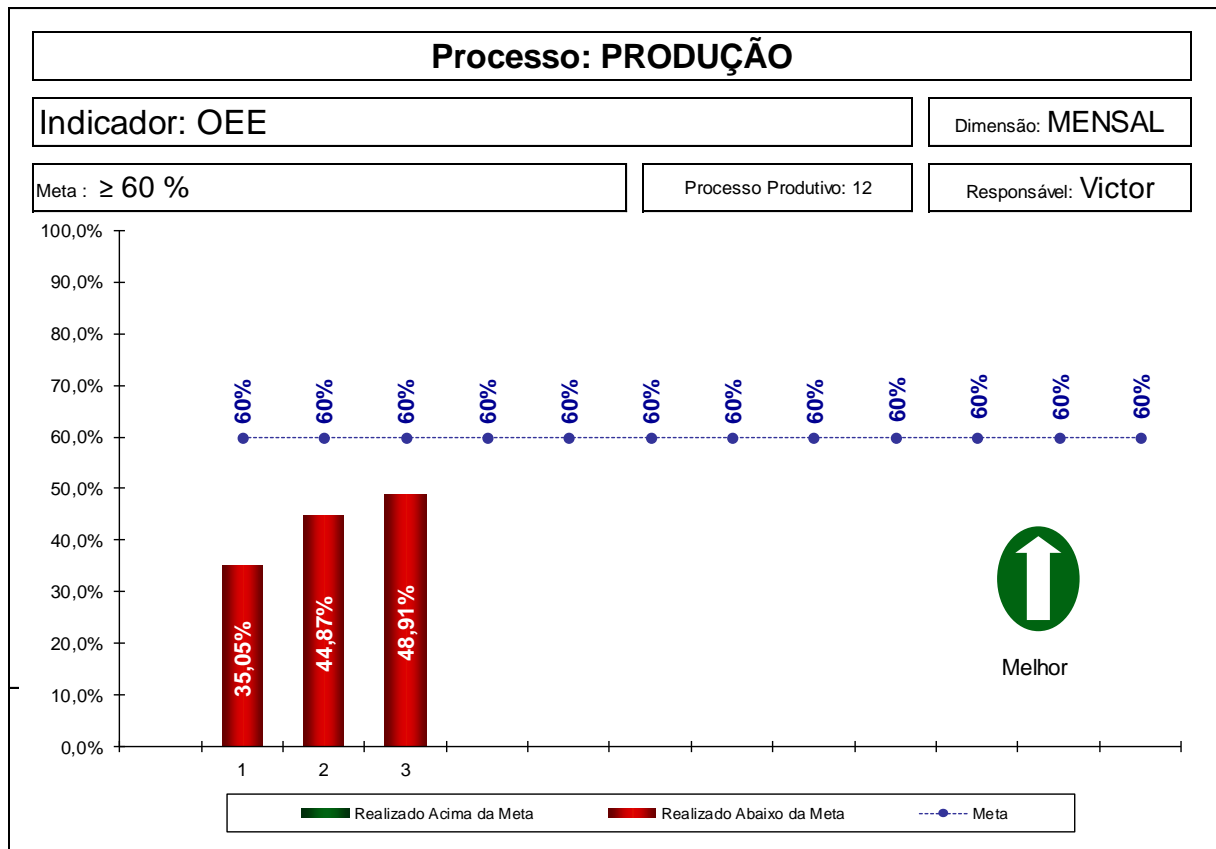
## APÊNDICE 10 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 10



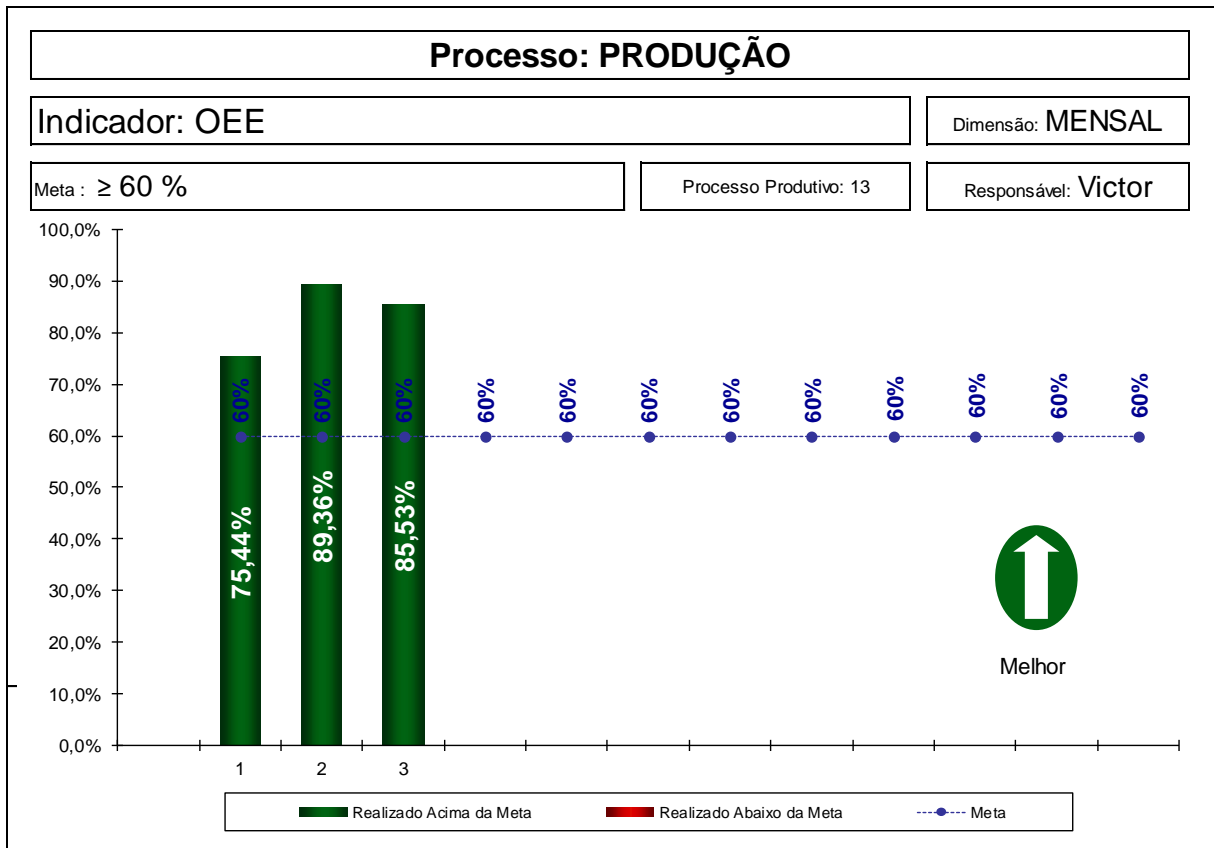
## APÊNDICE 11 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 11



## APÊNDICE 12 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 12



## APÊNDICE 13 – Indicador de Desempenho (OEE) processo produtivo 13



**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/30115833 Fax: (044) 30114196**