

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

**Eficiência Global dos Equipamentos: aplicação da métrica  
para gerenciamento efetivo de uma cadeia produtiva de  
plásticos**

*Guilherme Cidrão de Castro*

**TCC-EP-37-2010**

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

**Eficiência Global dos Equipamentos: aplicação da métrica  
para gerenciamento efetivo de uma cadeia produtiva de  
plásticos**

*Guilherme Cidrão de Castro*

**TCC-EP-31-2009**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de  
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da  
Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup>: Daiane Maria De Genaro Chirolí

## DEDICATÓRIA

Primeiramente à Deus pela saúde, fé e perseverança que tem me dado. À minha fiel companheira Bárbara, que a todo instante me incentiva a continuar.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, que sem dúvidas esteve comigo em todos os momentos. Esteve principalmente naqueles que não foram tão fáceis. Pois somente com Ele que foi possível perseverar e lutar até o final.

À meus pais, Manoel e Cirlei. Foram eles que acreditaram, desde o início, em minha capacidade. Se hoje mais este trabalho está realizado foi devido a eles que sempre me deram base de maneira incondicional para que tudo ocorresse da melhor maneira.

À minha irmã, Carol, por todo carinho que sempre teve por mim. Ao simples fato ser ela minha irmã, pessoa que me causa tanta admiração.

À minha querida Bárbara. Sem ela certamente tudo teria sido mais duro. Seu carinho e companheirismo me permitiram prosseguir.

À minha orientadora Daiane. Foi ela que desde o início apoiou a idéia deste trabalho e muito me auxiliou para que ele se desenvolvesse até o final da melhor maneira. Dividiu comigo conhecimentos e experiências aceitando este desafio. Sou muito grato.

À meus amigos. Essa “turma” que sempre caminhou unida. Foram vários os dias de alegrias, porém nem mesmo os dias mais turbulentos fizeram com que deixássemos de nos ajudar. Serão sempre bons exemplos de pessoas e de excelentes profissionais.

Aos professores com os quais tive oportunidade de conviver nessa jornada e que contribuíram para minha formação pessoal e profissional.

Dirijo, igualmente, meu reconhecimento e agradecimento à Universidade Estadual de Maringá, especialmente ao Departamento de Engenharia de Produção, pela oportunidade da concretização do que antes era somente um sonho – minha graduação em Engenharia de Produção.

Deixo a todos que, de maneira ou outra, me apoiaram com toda sua disponibilidade, paciência, incentivo e conhecimentos, os meus mais sinceros agradecimentos.

## RESUMO

O trabalho apresenta e utiliza o conceito de Eficiência Global do Equipamento (*Overall Equipment Effectiveness* – OEE) como uma ferramenta de gerenciamento e análise que permitem identificar ações de melhoria em linhas de produção. A metodologia foi implantada em uma fábrica pertencente a um grupo multinacional de processamento de plásticos cuja planta localiza-se na cidade de Maringá-Pr. A aplicação da métrica OEE, possibilitou uma análise objetiva das possibilidades de ganhos e melhorias do processo e também a determinação da chamada “fábrica – oculta”, sempre baseando-se nos fatores disponibilidade, desempenho e qualidade.

**Palavras-chave:** Eficiência Global do Equipamento, Fábrica oculta, OEE.

## ABSTRACT

*The study presents and uses the concept of Overall Equipment Efficiency (OEE) as a tool for management and analysis for identifying actions for improvement in production lines. The methodology was implemented in a factory belonging to a multinational group of plastic processing which plant is located in the city of Maringá, Pr. The implementation of the OEE metric, enabled an objective analysis of the possibilities of gains and process improvements and also determination of the “ hidden – factory”, always based on the factors availability, performance and quality.*

**Keywords:** *Overall Equipment Effectiveness, Hidden-factory, OEE.*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	2
1.2	DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....	2
1.3	OBJETIVOS .....	3
1.3.1	<i>Objetivo geral</i> .....	3
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.3.3	<i>Estrutura do trabalho</i> .....	3
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1	OEE.....	4
2.1.1	<i>As perdas do processo produtivo</i> .....	5
2.1.2	<i>Disponibilidade (availability)</i> .....	7
2.1.3	<i>Desempenho (performance)</i> .....	8
2.1.4	<i>Qualidade (quality)</i> .....	8
2.2	UNIDADES E GRANDEZAS.....	9
2.3	PRODUTIVIDADE EFETIVA TOTAL DOS EQUIPAMENTOS VERSUS TEMPO PROGRAMADO.....	10
2.4	OEE E A CLASSE MUNDIAL.....	11
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>13</b>
3.1	A EMPRESA.....	13
3.2	METODOLOGIA.....	14
3.3	COLETA DE DADOS .....	15
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
3.4.1	<i>Produtividade Efetiva Total do Equipamento (TEEP)</i> .....	17
3.4.2	<i>Disponibilidade</i> .....	20
3.4.3	<i>Desempenho</i> .....	23
3.4.4	<i>Qualidade</i> .....	29
3.4.5	<i>Resultados obtidos da OEE</i> .....	30
3.4.6	<i>OEE de toda a planta</i> .....	32
3.4.7	<i>Considerações sobre os resultados obtidos</i> .....	34
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>38</b>
	<b>ANEXO 1 – TABELA DE MÁQUINAS .....</b>	<b>39</b>
	<b>ANEXO 2 – TABELA DE CATEGORIAS E CÓDIGOS DE PARADAS DE MÁQUINAS.....</b>	<b>40</b>
	<b>ANEXO 3 – MODELO DE FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS DE PRODUÇÃO.....</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXO 4 – RESULTADOS DE PARADAS DE MÁQUINAS DO SETOR INJEÇÃO .....</b>	<b>44</b>
	<b>ANEXO 5 – RESULTADOS DE PARADAS DE MÁQUINAS DO SETOR SOPRO.....</b>	<b>45</b>
	<b>ANEXO 6 – GRÁFICO DE OCUPAÇÃO DE MÁQUINAS DO SETOR INJEÇÃO .....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXO 7 – GRÁFICO DE OCUPAÇÃO DE MÁQUINAS DO SETOR SOPRO.....</b>	<b>47</b>
	<b>ANEXO 8 – MODELO DE RELATÓRIO MENSAL PARA ACOMPANHAMENTO DA OEE.....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: GRÁFICO DA OEE (FONTE: ADAPTADO DE VORNE, 2002).....	9
FIGURA 2: OEE E A CLASSE MUNDIAL.....	35

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO DAS SEIS GRANDES PARADAS - SIS BIG LOSSES - ADAPTAÇÃO DE VORNE, 2002 .....	6
TABELA 2: UNIDADES UTILIZADAS PARA COLETA DE INFORMAÇÕES (ADAPTADO DE VORNE, 2002).....	10
TABELA 3: CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES E OEE SEGUNDO CLASSE MUNDIAL (FONTE: VORNE 2002).....	11
TABELA 4: CLASSIFICAÇÃO DA OEE (FONTE: ADAPTADO DE HANSEN, 2006).....	12
TABELA 5: EXEMPLO DE BANCO DE DADOS .....	16
TABELA 6: JORNADA DE TRABALHO - HORÁRIOS .....	18
TABELA 7: TEEP SETOR INJEÇÃO.....	19
TABELA 8: TEEP SETOR SOPRO .....	20
TABELA 9: DISPONIBILIDADE SETOR INJEÇÃO.....	22
TABELA 10: DISPONIBILIDADE SETOR SOPRO.....	23
TABELA 11: DESEMPENHO DE CICLO SETOR INJEÇÃO.....	26
TABELA 12: PERCAS COM CAVIDADES A MENOS SETOR INJEÇÃO.....	26
TABELA 13: DESEMPENHO RESULTANTE SETOR INJEÇÃO.....	27
TABELA 14: DESEMPENHO DE CICLO SETOR SOPRO .....	28
TABELA 15: PERCA COM CAVIDADES A MENOS SETOR SOPRO .....	28
TABELA 16: DESEMPENHO RESULTANTE SETOR SOPRO .....	29
TABELA 17: QUALIDADE SETOR INJEÇÃO.....	29
TABELA 18: QUALIDADE SETOR SOPRO .....	30
TABELA 19: RESULTADOS DE OEE SETOR INJEÇÃO.....	31
TABELA 20: RESULTADOS OEE SETOR SOPRO.....	31
TABELA 21: RESULTADO DE DESEMPENHO DE CICLO E CAVIDADES A MENOS DE TODA A PLANTA.....	32
TABELA 22: RESULTADOS DA QUALIDADE DE TODA A PLANTA .....	33
TABELA 23: RESULTADO DA OEE DE TODA A PLANTA.....	33

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
TEEP	<i>Total Effectiveness Equipment Performance</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange Die</i> – (Troca Rápida de Ferramentas)

# 1 INTRODUÇÃO

No atual cenário da economia mundial, não é novidade que a competitividade entre as organizações seja cada vez mais acirrada. Assim, dentre muitos outros fatores que contribuem para garantir a sobrevivência das empresas e organizações nesse cenário, a práticas de melhores preços e flexibilidade de produção, aliados a elevados índices de qualidade, contribuem para posicionar uma organização a frente de muitas outras. Em outras palavras, a garantia da competitividade e consequente sobrevivência das organizações estão cada vez mais ligadas a sua eficiência produtiva.

Uma interessante relação entre os custos de depreciação entre equipamentos de países desenvolvidos e em desenvolvimento é feita por Chiaradia (*apud* Santos, 2007, p.2), na qual se observa que

o parque industrial brasileiro, com sua capacidade instalada ou, algumas vezes, menor que a demanda, necessita de flexibilidade de recursos para maximizar sua utilização. Esta característica não ocorre em países desenvolvidos, onde a ociosidade dos equipamentos é alta por definição estratégica. Assim, sob este aspecto, faz-se necessário que as empresas brasileiras busquem melhorar continuamente a eficácia de seus equipamentos, identificando e eliminando as perdas e, conseqüentemente, reduzindo custos de fabricação.

O termo eficiência, segundo dicionário Aurélio (2010), é a capacidade de produzir um efeito, um rendimento satisfatório. O estudo da eficiência por sua vez, dentro de um processo produtivo busca, na maioria dos casos, relacionar a capacidade nominal do processo e sua real produção possibilitando identificar, analisar e minimizar a influência de fatores que, direta ou indiretamente, interferem nos resultados desejados. Acontece, porém, que identificar e mensurar quais são esses fatores que estão impactando no processo produtivo e interferindo em sua eficiência, via de regra, não é uma tarefa simples.

Verifica-se, portanto, que informações sobre a eficiência do processo produtivo passaram a fazer parte do pensamento estratégico das organizações que visam sobreviver no mercado, devendo essas informações ser precisas e confiáveis.

Atualmente é cada vez mais imprescindível que as organizações busquem identificar a “fábrica oculta” presentes em seu processo produtivo. Em outras palavras, identificar dentro

de seu atual processo, capacidades ainda maiores de produção que são possíveis com a estrutura já instalada, mas que de certa forma ainda não é utilizada. Para isso, é necessário que seus líderes busquem por técnicas e ferramentas adequadas que o possibilitem utilizar o máximo da capacidade instalada, e façam com que elas se tornem culturas dentro de suas organizações.

A métrica *Overall Equipment Effectiveness*, ou Eficiência Global do Equipamento (OEE), busca por meio de uma metodologia simples e direta, reportar informações do panorama geral da eficiência do equipamento, pautada em três fatores: disponibilidade, desempenho e qualidade. Essa métrica permite identificar e classificar rapidamente as oportunidades de melhorias da organização.

Neste intuito, este trabalho visa aplicar a métrica da OEE em uma empresa do setor de plásticos, a fim de identificar as possibilidades de melhorias de seu processo, em seguida, propor ferramentas para a melhoria da sua OEE.

### **1.1 Justificativa**

A justificativa para a escolha do tema proposto se baseia na objetividade com a qual a métrica OEE permite analisar as condições de utilização dos recursos produtivos. É comum o controle do processo por seus líderes através de cálculos da eficiência adotando como base a quantidade produzida e que é especificado em equipamentos. Essa forma de medição torna-se pouco aconselhável, por tratar apenas de valores absolutos, que pouco fornecem de informações para a tomada de decisões.

### **1.2 Definição e delimitação do problema**

A proposta de implantação da OEE deste trabalho foi aplicada a uma fábrica de processamentos de plásticos comuns.

A disponibilidade de máquinas e equipamentos foi levantada nas próximas etapas deste trabalho. Em linhas gerais, tratam-se de moinhos para plásticos, máquinas sopradoras e injetoras de plásticos comuns como o polipropileno e polietileno à plásticos de engenharia como o PCTA e ABS, entre outros materiais.

Os produtos da Empresa A, se destinam principalmente a indústria de cosméticos e perfumaria, tendo como seus principais projetos, tampas, frascos, potes etc. sendo esses produtos padrão ou projetos específicos para cada cliente.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo a implantação do monitoramento, da eficiência do processo produtivo através da métrica da OEE, em uma fábrica de plásticos.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Obter informações e referências literárias necessárias;
- Conhecer e descrever o processo produtivo;
- Identificar as dificuldades do ambiente do trabalho;
- Demonstrar as vantagens da utilização da métrica OEE;
- Utilizar ferramentas e técnicas de trabalho, visando melhoria do processo, focadas em aumento da eficiência.

#### **1.3.3 Estrutura do trabalho**

Este trabalho se encontra estruturado da seguinte maneira:

No primeiro capítulo encontram-se além de uma breve introdução do tema a ser tratado e também estão dispostos os objetivos gerais e específicos a serem alcançados e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo trás todo um referencial teórico do assunto. Inicialmente trata do surgimento da métrica e das principais perdas dos processos produtivos industriais. Em seguida são apresentados os fatores que formam a base da OEE: a disponibilidade, o desempenho e a qualidade. Ainda nesse capítulo são discutidas algumas unidades e grandezas utilizadas e uma as diferenças entre TEEP e tempo programado. Por fim esse capítulo introduz a classificação dos resultados da OEE – a Classe Mundial.

O desenvolvimento deste trabalho encontra-se no terceiro capítulo. Neste, são apresentadas mais informações da empresa, metodologia do trabalho e a coleta de dados. Em seguida são apresentados os resultados e algumas discussões sobre o estudo realizado.

Por fim, o capítulo 4 encerra este estudo com a apresentação de uma conclusão do trabalho.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 OEE**

O termo OEE do inglês *Overall Effectiveness of Equipment*, surgiu no final da década de 80 e início de 90, como uma ferramenta para mensurar os resultados de programas de Manutenção total da produção (TPM) e *Lean Manufacturing* (LM). Anos posteriores, a utilização dessa ferramenta tornou-se cada vez mais freqüente em vários ramos industriais por sua forma consistente de medir a efetividade da iniciativa (TPM ou LM), fornecendo um panorama global da eficiência da produção (VORNE, 2002).

De acordo com Santos (2007) a TPM tem sido utilizada em várias empresas do mundo a fim de melhorar a capacidade de seus equipamentos e atingir metas para a redução de desperdícios. E foi através da utilização da métrica do OEE que se pode fazer a mensuração das melhorias implementadas pela metodologia TPM.

Como o tempo, a OEE passou a ter maior valor como agente de mudança para unir a manutenção, as operações e a engenharia com vistas à obtenção de níveis superiores de desempenho em uma instalação industrial, deixando de ser apenas uma ferramenta coadjuvante da TPM. Atualmente verifica-se que sua utilização já não necessariamente está relacionada a utilização de programas de TPM e LM. (HANSEN, 2006).

Para Slack,(2007, p. 353) a medida da eficácia geral de equipamento (OEE) é um método cada vez mais popular de julgar a eficácia dos itens individuais de equipamento de operações produtivas. É baseada em três aspectos de desempenho:

- *Velocidade*, ou taxa de atravessamento do equipamento (seu tempo de ciclo);
- *Qualidade* do produto ou do serviço que produz;
- *Tempo* que está disponível para operar.

Estes aspectos serão tratados neste trabalho como **fatores** que possibilitam apontar exatamente quais são as necessidades de melhoria do processo em análise, sendo eles a base de cálculo da OEE.

Em diferentes literaturas é possível identificar uma série de nomenclaturas semelhantes para denominar os fatores que compõem a OEE. Neste trabalho serão utilizados os termos disponibilidade, desempenho e qualidade.

Segundo Vorne (2002), a análise da OEE inicia com a determinação do tempo total disponível da planta. Esse tempo deve representar toda a disponibilidade de tempo possível de operação dos equipamentos, em outras palavras, representam o potencial de capacidade de qualquer instalação industrial (HANSEN, 2006).

Do tempo total da planta, devem ser subtraídas todas as paradas programadas de máquina, isso inclui todos os eventos que devem ser excluídos da análise de eficiência por não apresentarem intenção de operação de máquina. São exemplo: paradas para manutenção preventiva, paradas para refeições, períodos sem ordem de produção, etc. Ao tempo resultante desta subtração dá-se o nome de tempo programado e ao tempo excluído, perdas planejadas (VORNE, 2002).

O tempo total de planta pode ser referido em outras ocasiões também como Produtividade Efetiva Total dos Equipamentos (TEEP), que verifica quão efetivamente as fábricas operam seus processos em relação ao tempo de calendário, será melhor discutido na seção 2.4.

A determinação da OEE acontece a partir do tempo programado, analisando a eficiência através da medição das perdas operacionais, de velocidade e de qualidade (VORNE, 2002). Esse conjunto de perdas ocorridas em processos produtivos, analisados pela OEE, é também classificado por Vorne (2002) pelas “seis grandes perdas” – *the six big losses*.

### **2.1.1 As perdas do processo produtivo**

De acordo com Vorne (2002), os principais objetivos ao se medir a OEE de um processo produtivo é justamente identificar quais são as perdas que estão ocorrendo no processo a fim de eliminá-las, ou reduzi-las substancialmente. Essas perdas podem ser agrupadas e classificadas como as Seis Grandes Perdas de um processo produtivo pois são as causas mais

comuns da ineficiência de uma manufatura. A Tabela 1 lista quais são as Seis Grandes Perdas e as relaciona com os fatores da OEE.

Tendo em mente quais são as Seis Grandes Perdas e quais são os tipos de ocorrência de eventos que contribuem para o aumento dessas perdas, é possível focar em como deverão ser os métodos de monitoramento do processo e conseqüentemente quais poderão ser as medidas a serem tomadas a fim de melhorar o processo. A classificação das informações e dados do processo dessa forma torna a análise mais fácil e objetiva, bem como propõe que seja a utilização da OEE.

**Tabela 1: Classificação das Seis Grandes Paradas - Six Big Losses - Adaptação de Vorne, 2002**

<b>Categorias de paradas</b>	<b>Fator OEE que impacta</b>	<b>Exemplos de eventos</b>	<b>Comentários</b>
<b>Paradas de equipamento</b>	<u>Disponibilidade</u> (perdas operacionais)	Falhas de ferramenas Manutenção não-planejada Paradas gerais não-planejadas Falha de equipamento	Deve existir certa flexibilidade na definição do limite entre uma parada de equipamento e uma pequena parada (perda de desempenho).
<b>Início/Troca de produção (Set-up) e parada para ajustes</b>	<u>Disponibilidade</u> (perdas operacionais)	Troca ou Início de produção Falta de material Falta de operador Ajustes e Regulagens Iniciação de máquina (aquecimento/resfriamento inicial, etc.)	Essas perdas estão relacionadas com programas de diminuição de tempos de início e trocas de produção (set-up).
<b>Pequenas paradas</b>	<u>Desempenho</u> (perdas de velocidade)	Obstrução do fluxo de produção Enroscamento de peças Atolamentos Bloqueio/Retardo de sensores Limpezas, Desobstrução de equipamentos, etc	Tipicamente estão incluídas paradas inferiores a cinco minutos, e que não requerem atenção do pessoal de manutenção.
<b>Redução de velocidade de trabalho</b>	<u>Desempenho</u> (perdas de velocidade)	Velocidade abaixo da nominal Capacidade abaixo da	Quaisquer eventos que façam o processo trabalhar abaixo de suas

		nominal Desgaste de equipamento Ineficiência de operador	especificações nominais.
<b>Rejeições de início/troca de produção</b>	<u>Qualidade</u> (perdas de qualidade)	Sucata Retrabalho Danos em processo Montagem incorreta	Rejeições durante o processo de iniciação ou troca de produção. São, em geral, decorrentes de técnicas impróprias de set-up.
<b>Rejeições de produção/processo</b>	<u>Qualidade</u> (perdas de qualidade)	Sucata Retrabalho Danos em processo Vencimento em processo Montagem incorreta	Rejeições durante o processo estabilizado (pequenas variações de processo). Peças que não atendam as especificações e exijam retrabalho.

### 2.1.2 Disponibilidade (*availability*)

No fator disponibilidade, utilizada para cálculo do OEE, são medidas as perdas operacionais que, segundo Vorne (2002), são caracterizadas pelas grandes paradas. Essas grandes paradas são eventos que param a produção por frações consideráveis de tempo (possíveis de medir). Exemplos dessas paradas são as falhas de equipamentos, falta de materiais, tempos de trocas de produção, etc.

O tempo de troca é incluído na análise de OEE, pois é também uma forma de tempo ocioso. Embora não possa ser possível eliminar o tempo de transição, na maioria dos casos pode ser reduzido.

O tempo programado diminuído das perdas operacionais resulta no que é denominado de tempo de operação.

A razão entre o tempo de operação e o tempo programado resultará no primeiro fator do OEE, a disponibilidade como descreve Nakajima (1988, *apud* Hansen, 2006 pg. 53), representada pela Equação 1:

$$Disponibilidade_{(\%)} = \frac{Tempo\ operacional}{Tempo\ de\ Carga} = \frac{Tempo\ de\ Operação}{Tempo\ Programado} = \frac{Tempo\ Programado - (\sum DT + \sum ST)}{Tempo\ Programado} \quad (1)$$

Como pode ser visto na Equação 1, existem outros métodos para a determinação do fator disponibilidade. Inicialmente será utilizado apenas o segundo termo da equação (Tempo de Operação / Tempo Programado), para a determinação do fator disponibilidade.

### 2.1.3 Desempenho (*performance*)

Desempenho é o fator responsável por medir as perdas de processo decorrentes de perdas de velocidade. É caracterizado, de acordo com Vorne (2002), pelas pequenas perdas de processo denominadas de perdas de velocidade.

Em outros termos, qualquer ocorrência causada ao processo que o faça operar com velocidade de processamento abaixo da sua máxima capacidade serão classificadas como perdas de velocidade. Desgastes de máquinas, materiais de qualidade inferior, “atolamentos”, etc. são exemplos de ocorrências que diminuem o desempenho do processo.

O recurso de tempo resultante do tempo operacional, diminuído de suas perdas de velocidade, é denominado de tempo operacional líquido.

O fator desempenho é calculado pela razão entre o tempo operacional líquido e o tempo de operação, como demonstra a Equação 2 (NAKAJIMA *apud* Hansen, 2006. p. 53).

$$\text{Taxa de operação líquida}_{\%} = \frac{\text{Tempo de processamento real}}{\text{Tempo Operacional}} \quad (2)$$

### 2.1.4 Qualidade (*quality*)

O fator qualidade, seguindo o contexto de Vorne (2002), é caracterizado pelas perdas ocorridas por qualidade. Essas perdas consideram o tempo despreendido para a fabricação de peças que não atendam os padrões de qualidade determinados, incluindo peças que exigirem retrabalho.

Ao tempo restante da subtração das perdas por qualidade do tempo operacional líquido será denominado Tempo teórico de fábrica (HANSEN, 2006. p. 60).

Segundo Nakajima (*apud* Hansen, 2006 p. 54) o fator qualidade pode ser calculado utilizando a Equação 3:

$$Qualidade_{(\%)} = \frac{Unidades\ boas\ produzidas}{Total\ de\ unidades\ produzidas}$$

O entendimento de todos os fatores analisados na OEE pode ser facilmente entendido com a visualização gráfica de suas perdas. A Figura 1 apresenta a ordenação das perdas citadas.

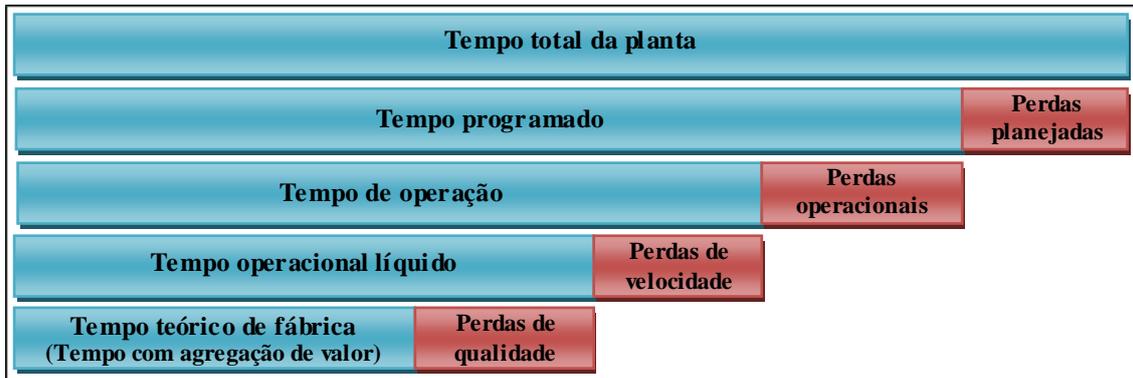


Figura 1: Gráfico da OEE (fonte: adaptado de Vorne, 2002)

A OEE será portanto, o produto da disponibilidade (tempo real de operação *versus* tempo programado) multiplicada pelo desempenho (taxa de velocidade real *versus* taxa de velocidade teórica) multiplicada pela qualidade (produtos bons *versus* total de produtos fabricados), conforme apresentado pela Equação 4. A OEE, com sua forma simples e direta poderá mostrar rapidamente o tamanho da “fábrica oculta” que existe em sua área. A implantação dessa forma de medição também vislumbra que, a seu tempo, a equipe de liderança da planta possa utilizar pessoas e equipamentos em locais apropriados para acelerar a implementação de melhorias (HANSEN, 2006).

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

## 2.2 Unidades e grandezas

Outro ponto importante desse estudo é a coleta de informações para a análise através da métrica da OEE. Nesse sentido, é necessário se ter claro quais serão as informações a serem coletadas, e qual serão as unidades que deverão ser utilizadas.

Segundo Vorne(2002), a resposta para a questão de quais unidades se utilizar na análise de qualquer processo produtivo é intuitiva e dependente do fator analisado.

Exemplos de unidades podem ser visualizados na Tabela 2.

**Tabela 2: Unidades utilizadas para coleta de informações (Adaptado de Vorne, 2002)**

<b>Fator</b>	<b>Perdas</b>	<b>Exemplo de unidades utilizadas</b>
Disponibilidade	Perdas operacionais	h; m
Desempenho	Perdas de velocidade	Un/h (taxa); s/Un (ciclo)
Qualidade	Perdas de qualidade	m; kg; L

É necessário que ao final, independente de qual a unidade escolhida para a coleta das informações, os dados sejam convertidos (normalizados) para a forma de percentual que mostrem a situação atual *versus* potencial, conforme demonstrado nas Equações 1, 2 e 3.

### **2.3 Produtividade efetiva total dos equipamentos versus Tempo programado.**

Considerando que a OEE mede a efetividade das programações de produção planejadas, a Produtividade Efetiva Total de Equipamentos (TEEP) mede a efetividade total do equipamento em relação a cada minuto do relógio. Basicamente a medida TEEP verifica o quão efetivamente as organizações operam seus processos em relação ao tempo total do calendário, MORETTO, 2007.

Uma importante estratégia operacional para todas as empresas consiste em manter um certo equilíbrio entre a produção e a capacidade de produção em relação à demanda, através da formação de sólidas parcerias estratégicas, eliminando as incertezas do período (HANSEN, 2006; SLACK *et al.*, 2002,). Hansen (2006, p.37) faz uma comparação entre a OEE e a TEEP e identifica pontos importantes:

A OEE considera as paradas planejadas, considerando que a TEEP destaca as atividades necessárias exigidas quando não há planejamento para produzir. Essas atividades incluem paradas temporárias de equipamentos, paradas planejadas para manutenção, testes, desenvolvimento de novos produtos, reuniões, treinamentos e planejamentos para necessidades do pessoal, programação dos turnos e estratégias de manufatura. A TEEP também registra todo o retrabalho *on-line* que afeta o equipamento-chave.

Melhora nas transições para modificações em equipamentos novos, com treinamentos adequados, programados adequadamente com todos os envolvidos. Quando a liderança proativa conduz as atividades de melhoria tanto na produção, como nas áreas não-produtivas, o aumento da eficiência em todo o trabalho melhora o limite operacional. Quando o foco encontra-se somente na produção e as atividades não-produtivas correm o risco de ser ignoradas ou subvalorizadas, práticas de trabalho mal-executadas evoluem para o trabalho fora da linha, impactando diretamente na OEE (HANSEN,2006).

#### 2.4 OEE e a Classe Mundial

Em tantos outros métodos de medições como por exemplo, de desempenho/eficiência de uma máquina, processo ou planta, ou mesmo indicadores de prospecção de vendas de uma empresa, o valor medido e sua meta devem andar lado a lado. Dessa forma é possível verificar se em determinados períodos houve acréscimos ou decréscimos desse indicador e em cada caso tomar determinada ação. Principalmente em situações em que não se atingem as metas esperadas, é necessário que ações e medidas sejam propostas para que essas possam ser atingidas.

Na OEE não ocorre diferente. Segundo Vorne (2002), devem ser estipuladas metas para cada fator que conduzam o processo a resultados aceitáveis da OEE. Essa busca por resultados classificados como níveis de Classe Mundial conduzem à utilização da “fábrica oculta” presente no processo que não era explorada anteriormente.

Ocorre que, na prática, para cada fator analisado (disponibilidade, desempenho e qualidade), os resultados costumam ser bastantes discrepantes um dos outros, o que faz da métrica OEE, um índice bastante severo. Por exemplo, se todos os três fatores que contribuem são 90,0%, a OEE seria apenas de 72,9%. Desta forma, a fim de se atingir a Classe Mundial da OEE, as metas propostas para cada um dos fatores são mostradas na Tabela3 (VORNE, 2002).

**Tabela 3: Classificação dos fatores e OEE segundo Classe Mundial (fonte: Vorne 2002)**

<b>OEE / Fator</b>	<b>Classe Mundial</b>
<b>Disponibilidade</b>	90.0%
<b>Desempenho</b>	95.0%
<b>Qualidade</b>	99.9%

<b>OEE</b>	85.0%
------------	-------

Conforme Ljungberg, (1988 *apud Santos*, 2007, p.2), antes do advento desse indicador, somente a disponibilidade era considerada na utilização dos equipamentos, o que resultava no superdimensionamento de capacidade do processo. Isso evidencia a importância de metas claras e objetivas para todos os fatores envolvidos na OEE.

A classificação segundo Hansen (2006), após analisar todos os principais processos e equipamentos importantes da planta, pode ser realizada conforme apresenta a Tabela 4:

**Tabela 4: Classificação da OEE (fonte: adaptado de Hansen, 2006)**

<b>OEE</b>	<b>Ação</b>
< 65%.	Inaceitável. Dinheiro escondido jogado fora.
65% a 75%	Aceitável somente se as tendências trimestrais estiverem melhorando.
75% a 85%	Muito bom. No entanto, não deve-se parar neste padrão. Deve-se continuar em direção ao nível Classe Mundial (>85% para processos em lotes e >90% para processos discretos e contínuos. Indústrias de fluxo contínuo devem ter valores de OEE de 95% ou superior).

O estabelecimento de metas para atingir o índice de Classe Mundial abre espaço para a utilização da “fábrica oculta”. De acordo com o apresentado em 1999 na conferência da Sociedade dos Profissionais da Manutenção e Confiabilidade, a *Rohm & Hass Corporation* concluiu que desenvolver a “fábrica oculta” em fábricas existentes custa cerca de 10 vezes menos que construir nova capacidade. Considere quão vantajosas são essas economias no retorno dos ativos (HANSEN, 2006 p.37).

### **3 DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 A empresa**

A empresa onde se desenvolveu o presente trabalho está situada na cidade de Maringá, Pr. Foi no ano de 1997 que a empresa iniciou suas atividades com o nome de Frascotécnica, e desde então veio mostrando excelência na produção de embalagens plásticas por meio dos processos de sopro e injeção de termoplásticos, o que possibilitou seu constante crescimento em seu ramo de atividades. Essa trajetória de sucesso possibilitou que em anos posteriores esta empresa passasse a fazer parte de um grupo francês de embalagens voltadas para perfumaria e cosméticos. Foi então que se consolidou no mercado nacional e internacional atendendo clientes como Natura, O Boticário, Avon, Victória's Secret, L'bel Paris entre outros.

No ano de 2006 seu capital foi negociado com o grupo norte americano Aptar, tendo outra vez seu controle acionário alterado. O grupo também atua no ramo de cosméticos e perfumaria e por sua visão ampla de mercado busca oferecer soluções completas para seus clientes. Por esse motivo, o grupo busca ampliar sua diversificação produtiva, englobando não somente fábricas de embalagens plásticas, mas também fábricas de montagens de bombas, dispersores de spray, injeção de alumínio e etc.

A empresa possui atualmente certificação ISO 9001:2000 referente ao sistema de gestão integrada da qualidade de seus produtos e processos e SA 8000 que estabelece normas de responsabilidade social. A empresa encontra-se em fase de adequação com o intuito de obter, futuramente, uma certificação e implantação de um sistema de gestão ambiental (ISO 14000).

Diante da diversidade de operações do grupo e exigências de normas que certificam a empresa surgiu então a necessidade de se adotar uma referência padrão para análise do desempenho produtivo entre suas plantas do grupo. Dessa forma, se torna possível a obtenção de um panorama real de operação à partir de dados organizados, estratificados, que mostrem os principais pontos de eficiência e/ou ineficiência e permita que ações necessárias sejam tomadas segundo suas prioridades.

A empresa conta com uma capacidade industrial de 17 máquinas injetoras, 5 máquinas sopradoras 2 linhas automáticas de decoração e 1 linha semi-automática e 2 linhas de

montagem de produtos. O estudo de caso abordado estará focado na análise das máquinas injetoras e sopradoras.

Dentre essas máquinas, existem uma diversidade de especificações técnicas e capacidades produtivas, possibilitando uma ampla gama de negócios. Os detalhes dessas máquinas podem ser vistos no Anexo1.

### **3.2 Metodologia**

Para realização deste trabalho, inicialmente foi realizado um planejamento de estudo por meio de pesquisa em livros, artigos, publicações, profissionais, professores e acadêmicos visando complementar o conteúdo do trabalho. Gil (2002) salienta que os livros de referência, também denominados livros de consulta, são aqueles que têm por objetivo possibilitar a rápida obtenção das informações requeridas, ou então a localização das obras que as contêm.

A apresentação do corpo do trabalho utiliza o método monográfico, caracterizado, segundo Martins e Lints (2000) por um documento técnico-científico, que, por escrito, expõe a reconstrução racional e lógica de um único tema. O trabalho envolveu uma investigação cuidadosa do assunto, que possibilitarão um exame crítico avaliativo do tema abordado.

O delineamento da pesquisa foi realizado através de estudo de caso, entendido por Gil (2002) com um estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, e de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado. Tal tarefa seria praticamente impossível mediante a outros delineamentos de pesquisa.

A pesquisa se caracteriza por seu âmbito exploratório, pois busca diagnosticar uma empresa de plásticos da cidade de Maringá, Pr no que se diz respeito a eficiência de suas máquinas e equipamentos.

O estudo foi realizado *in loco*, em que os dados referentes ao estudo foram coletados durante todo o ano de 2009. Foram, nesse período, foram coletadas informações relativas à produção que possibilitaram calcular o índice proposto – OEE –, do início e final do estudo. Uma fase importante desse trabalho é a coleta de dados por se tratar de estudos de caso. Segundo Gil (2002) o processo de coleta de dados no estudo de caso é mais complexo que nas outras modalidades de pesquisa justamente por admitir várias técnicas de coleta, podendo-se valer tanto de *dados de gente* como *dados de papel*.

Para a coleta das informações, foram utilizados formulários adaptados com base no modelo proposto por Hansen, 2006, p. 45 – que se encontram no Anexo 3 deste trabalho. Questionários e/ou entrevistas com os colaboradores para obtenção de informações complementares tais como tarefas e atividades realizadas, materiais utilizados, informações sobre produtos, moldes, etc. também ocorreram, conforme a necessidade.

### **3.3 Coleta de dados**

A coleta de informações para o estudo foi realizado em um período de doze meses, compreendendo de janeiro a dezembro de dois mil e nove. Durante todo o período foram coletadas e sintetizadas informações disponíveis nas fichas de acompanhamento de produção.

Essas fichas são preenchidas diariamente para cada centro produtivo (máquina) e em por turno. O modelo desse tipo de ficha pode ser observado no Anexo 3. Esse modelo de ficha de produção já está implantado na empresa, podendo-se dizer que faz parte da cultura da empresa. Isso se torna uma observação relevante pois, foi determinado por procedimento que diariamente, inclusive as máquinas que não apresentarem produção tenham relatados os motivos pelos quais isso ocorra.

A empresa trabalha com três turnos diários dispostos conforme a Tabela 6, completando desse modo 24 horas de trabalhos de segunda a sábado. Os operadores são os responsáveis pelo preenchimento correto das fichas de produção, e principalmente, apontar corretamente os motivos de quaisquer paradas de máquinas.

Diariamente essas fichas são armazenadas em planilhas de Excel para ser formado o banco de dados. São através das informações contidas nesse banco de dados que se podem fazer todas as análises relacionadas à produção.

Atendendo ao objetivo inicial do trabalho, a base para os cálculos da OEE da fábrica se deu através da organização dos dados disponíveis neste banco de dados.

Para exemplificar o banco de informações gerado pelo lançamento da ficha de produção, pode-se visualizar a Tabela 5 (dividida em 5, 5.1, 5.2 e 5.3). Essa tabela foi dividida em quatro partes somente por questões de formatação. Nela, cada linha representa todas as informações contidas em uma ficha de produção: data; máquina; turno; código do produto; nome do produto; quantidade de cavidades do molde; hora de início de turno; hora de fim de

turno; total do turno em minutos; ciclo real de produção do produto (disponível na tela de operação da máquina) – esse tempo é instantâneo, por esse motivo são tomados duas medições, de acordo com procedimento, e o valor expresso na tabela é a média aritmética -; ciclo ideal (ciclo estipulado pelo departamento técnico em produção piloto); Quantidade de itens produzidos no referido turno; quantidade de itens rejeitados; porcentagem de rejeição em relação à produção; primeiro código de parada de máquina; tempo que a máquina ficou parada por esse motivo; descrição do motivo de parada de máquina – isso se repete por seis vezes possibilitando assim seis lançamentos de paradas de máquinas em um mesmo turno – total de tempo que a máquina permaneceu parada; código do crachá do operador da máquina; código do crachá do ajudante de operador da máquina; código do colaborador 1; código do colaborador 2; código do colaborador 3; estimativa da quantidade real de matéria prima utilizada (produto da soma da produção e rejeição pelo peso da peça); estimativa da quantidade ideal de matéria prima (produto da produção pelo peso da peça); quantidade de colaboradores envolvidos no processo; quantidade ideal de colaboradores para o processo; eficiência do processo; quantidade ideal de produção.

**Tabela 5: Exemplo de banco de dados**

DATA	MÁQ	TURNO	Código	Produto	Cav.	Inicial	Final	Total min.	Ciclo Real	Ciclo Ideal	Produção	Rejeição	% Rejeição
03/11/09	107	1	592,08,1	Produto 592	8	6:45	14:35	470	41,8	41,8	0	0	0
03/11/09	107	2	592,08,1	Produto 592	8	14:35	22:22	467	41,8	41,8	0	0	0
03/11/09	107	3	592,08,1	Produto 592	8	22:22	6:45	503	41,8	41,8	0	0	0
03/11/09	115	1	696,01,1	Produto 696	8	6:45	14:35	470	40	50	5044	68	1,3302034
03/11/09	115	2	696,01,1	Produto 696	8	14:35	22:22	467	56	50	2099	140	6,2527914
03/11/09	115	3	696,01,1	Produto 696	8	22:22	6:45	503	46,8	50	4602	94	2,0017036

**Tabela 5.1: Exemplo de banco de dados (continuação)**

P- 1	1 - Min	Motivo	P- 2	2 - Min	Motivo	P- 3	3 - Min	Motivo
100	470	Manutenção Corretiva - Mecânica	0	0	0	0	0	0
100	467	Manutenção Corretiva - Mecânica	0	0	0	0	0	0
100	503	Manutenção Corretiva - Mecânica	0	0	0	0	0	0
62	30	Início de Produção - 2ª Feira	63	14	Limpeza do Molde	0	0	0
66	55	Desenroscar Tampas / Frascos do Molde	63	25	Limpeza do Molde	77	36	Troca do Bico da Injetora
65	15	Desenroscar Capilar	66	12	Desenroscar Tampas / Frascos do Molde	64	8	Desentupir Cavidades

Tabela 5.2: Exemplo de banco de dados (continuação)

P - 4	4 - M4	Motivo	P - 5	5 - Min	Motivo	P - 6	6 - Min	Motivo
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	90	Regulagem Geral	0	0	0	0	0	0
63	10	Limpeza do Molde	0	0	0	0	0	0

Tabela 5.3: Exemplo de banco de dados (continuação)

Total Paradas	Oper.	Aj.Oper.	Colab.1	Colab.2	Colab.3	M-P real	M-P ideal	nº pes.	ideal	Eficiência	Produção Ideal
470	21	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	5397,129187
467	320	459	0	0	0	0	0	0	0,5	0	5362,679426
503	396	256	0	0	0	0	0	0	0,5	0	5776,076555
44	21	0	770	0	0	43,9632	43,3784	1	1	111,967669	4512
206	26	459	689	0	0	19,2554	18,0514	1	1	43,6425991	4483,2
45	396	256	597	0	0	40,3856	39,5772	1	1	95,2784787	4828,8

Para facilitar e normatizar o apontamento das paradas de máquinas foi criado uma tabela de códigos de paradas de máquinas que pode ser visto no Anexo 2.

### 3.4 Resultados e discussão

#### 3.4.1 Produtividade Efetiva Total do Equipamento (TEEP)

A primeira análise que deve ser feita é observar o tempo programado em relação ao tempo de calendário. Este é a base de cálculo dos outros fatores.

Para o entendimento do tempo programado, inicialmente devemos entender dois conceitos que foram adotados. Para que um motivo seja entendido como algo programado, e não uma ocorrência aleatória, ou ele deve estar contido em uma programação/planejamento ou ele é uma falta de programação no sentido de não haver ordem de produção. Sendo assim, foi verificado que de toda a listagem de motivos de paradas de máquinas, três se enquadram nesses parâmetros:

- Aguardando ordem de produção;
- Manutenção preventiva;
- Testes gerais;

Nos Anexos 4 e 5, é possível verificar que esses motivos de paradas de máquinas foram agrupados em uma classe de paradas I. Essas paradas são consideradas como paradas planejadas.

Geralmente o tempo de calendário é tomado com base nos dias úteis do ano. Todavia, isso pode variar de acordo com cada localidade por uma série de motivos, como feriados e recessos locais, jornada de trabalho de cada empresa, etc. Por esse motivo, o tempo de calendário referido foi baseado nos dados coletados das fichas de produção. Esse tempo foi medido com base no campo que indicam o horário de início e fim de cada turno, dessa maneira seria possível saber exatamente por qual período cada máquina esteve disponível.

Para o cálculo do tempo programado, foi então considerado o tempo de calendário decrescido dos tempo que serão considerados tempos de paradas programadas conforme discutido anteriormente.

A jornada de trabalho da empresa segue conforme a Tabela 6.

**Tabela 6: Jornada de trabalho - horários**

<b>Jornada de trabalho dos turnos de trabalho</b>			
	<b>Início</b>	<b>Fim</b>	<b>Total (min)</b>
<b>1º Turno</b>	06:45	14:35	470
<b>2º Turno</b>	14:35	22:22	467
<b>3º Turno</b>	22:22	06:45	503

#### **3.4.1.1 TEEP do setor de Injeção**

A Tabela 7 mostra o cálculo da TEEP para o setor de injeção. Para mostrar como os resultados foram obtidos, o mês de janeiro tomado como exemplo, e foi calculado conforme a Equação 5.

$$TEEP = \frac{\text{Tempo programado}}{\text{Tempo Disponível}} = \frac{7004}{13007} * 100 = 53,85\% \quad (5)$$

Tabela 7: TEEP setor injeção

<b>TEEP Injeção 2009</b>				
	<i>Tempo Disponível</i> <i>(Plant Operating Time) (h)</i>	<i>Paradas Programadas</i> <i>(Planned Shut Down) (h)</i>	<i>Tempo programado</i> <i>(h)</i>	<b>TEEP</b>
<b>Janeiro</b>	13007	6003	7004	<b>53,85%</b>
<b>Fevereiro</b>	11442	4830	6612	<b>57,79%</b>
<b>Março</b>	12947	5017	7931	<b>61,25%</b>
<b>Abril</b>	11848	3327	8521	<b>71,92%</b>
<b>Mai</b>	12231	4301	7930	<b>64,83%</b>
<b>Junho</b>	12407	6932	5475	<b>44,13%</b>
<b>Julho</b>	13464	5264	8200	<b>60,91%</b>
<b>Agosto</b>	12387	2714	9673	<b>78,09%</b>
<b>Setembro</b>	12450	3731	8719	<b>70,03%</b>
<b>Outubro</b>	12749	4873	7876	<b>61,78%</b>
<b>Novembro</b>	12410	3575	8836	<b>71,20%</b>
<b>Dezembro</b>	11676	5297	6379	<b>54,63%</b>

Esse primeiro indicador não faz parte do cálculo da OEE. Isso ocorre pois a OEE tem como objetivo analisar a eficiência dos equipamentos durante o período em que esse esteve sujeito a uma programação de produção. A TEEP por outro lado busca mostrar todo o tempo que os equipamentos estiveram ociosos por falta de programação. Em alguns casos a TEEP também é conhecida como carga de fábrica, ou ocupação da fábrica. Apesar de não fazer parte diretamente da OEE esse é um indicador que deve estar sempre alinhado com a análise da OEE, este analisando a eficiência da utilização e aquele a utilização da fábrica como um todo. Neste caso pode-se observar uma reduzida taxa da TEEP, em outras palavras, uma grande quantidade de tempo disponível não utilizada para programação de produção.

#### 3.4.1.2 TEEP do setor de Sopro

A Tabela mostra os resultados da TEEP para o setor de sopro. O cálculo ocorre da mesma forma como realizado para a obtenção da TEEP para a injeção, como mostra a Equação 6.

$$TEEP = \frac{\text{Tempo programado}}{\text{Tempo Disponível}} = \frac{891}{2938} * 100 = 30,33\% \quad (6)$$

Tabela 8: TEEP setor sopro

<b>TEEP Sopro 2009</b>				
	<b>Tempo Disponível</b> (Plant Operating Time) (h)	<b>Paradas Programadas</b> (Planned Shut Down) (h)	<b>Tempo programado</b> (h)	<b>TEEP</b>
<b>Janeiro</b>	2938	2047	891	<b>30,33%</b>
<b>Fevereiro</b>	2580	1482	1098	<b>42,57%</b>
<b>Março</b>	2351	1443	908	<b>38,63%</b>
<b>Abril</b>	2175	891	1284	<b>59,03%</b>
<b>Maió</b>	2780	1219	1561	<b>56,15%</b>
<b>Junho</b>	2814	881	1933	<b>68,69%</b>
<b>Julho</b>	3062	1733	1329	<b>43,41%</b>
<b>Agosto</b>	2760	1565	1195	<b>43,30%</b>
<b>Setembro</b>	2822	1875	947	<b>33,55%</b>
<b>Outubro</b>	2900	1883	1017	<b>35,07%</b>
<b>Novembro</b>	2822	838	1984	<b>70,30%</b>
<b>Dezembro</b>	2888	873	2015	<b>69,77%</b>

### 3.4.2 Disponibilidade

Conforme colocado anteriormente, a disponibilidade foi o fator da OEE a ser medido que indicará o percentual de utilização do tempo programado para a realização da operação.

Desse modo, para seu cálculo foi necessário levantar todas as perdas ocorridas durante a execução das ordens de produção.

Para a realização desta etapa, foi necessário se fazer uma avaliação de todas as paradas de máquinas listadas no Anexo 2, que já é uma prática rotineira da empresa para seu controle de produção. Ocorre que para que a empresa pudesse detalhar todas as ocorrências de paradas de máquinas, foi necessário a elaboração da listagem de uma infinidade de motivos por quais as máquinas poderiam estar paradas durante uma produção. Essa listagem, como pode ser vista, consta com 108 motivos diferentes de paradas de máquinas. Essa grande diversidade de motivos torna pouco objetivo a análise de quais são os principais motivos (em uma visão geral) que diminuem a disponibilidade de produção.

Diante disso, foram criados 11 motivos mais amplos, que representem os 108 motivos específicos. Dessa forma foi possível categorizar os motivos de paradas e sempre que

necessário se fazer um detalhamento basta realizar o caminho inverso e explodir os 11 motivos em 108.

Para o cálculo da disponibilidade foram consideradas todas as paradas relacionadas a perdas operacionais. De maneira similar ao agrupamento feito para as paradas programadas consideradas para o cálculo da TEEP, foi proposto um agrupamento das paradas relacionadas às perdas operacionais de acordo com o grupo II visto também nos Anexos 4 e 5 listados para Injeção e Sopro respectivamente.

As categorias de paradas que se caracterizam por perdas operacionais estão listadas a seguir:

- Quedas de energia
- Falta/Problemas de material
- Set-up
- Manutenção Preventiva Diária – Engraxar
- Regulagem
- Limpeza
- Falta de colaborador
- Início de produção – 2ª feira
- Desenroscar/Desentupir Moldes-Máquinas
- Manutenção
- Outros motivos

Seguindo a mesma idéia proposta por Vorne (2002), essas são as grandes paradas que caracterizam as perdas operacionais do processo. A diferença entre o tempo programado e as perdas operacionais, aqui designadas por paradas gerais, resulta no tempo operacional.

Para o cálculo da disponibilidade dos setores de injeção e sopro são mostradas as Tabelas 9 e 10.

#### **3.4.2.1 Disponibilidade do setor de Injeção**

A Tabela 9 mostra os resultados da disponibilidade para o setor de injeção. O cálculo desse fator é demonstrado pela Equação 7.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo operacional}}{\text{Tempo programado}} = \frac{5454}{7004} * 100 = 77,88\%$$

Tabela 9: Disponibilidade setor injeção

<b>Disponibilidade Injeção 2009</b>			
	<b>Paradas Gerais (Down Time Loss) (h)</b>	<b>Tempo operacional (h)</b>	<b>DISPONIBILIDADE (OEE)</b>
<b>Janeiro</b>	2312	5454	<b>77,88%</b>
<b>Fevereiro</b>	1639	5308	<b>80,28%</b>
<b>Março</b>	1682	6520	<b>82,22%</b>
<b>Abril</b>	2433	6780	<b>79,57%</b>
<b>Mai</b>	1847	6407	<b>80,80%</b>
<b>Junho</b>	1398	4297	<b>78,48%</b>
<b>Julho</b>	2056	6454	<b>78,70%</b>
<b>Agosto</b>	2017	8199	<b>84,76%</b>
<b>Setembro</b>	1134	7804	<b>89,51%</b>
<b>Outubro</b>	1133	6797	<b>86,31%</b>
<b>Novembro</b>	2136	6726	<b>76,12%</b>
<b>Dezembro</b>	1419	5063	<b>79,37%</b>

Esse primeiro fator da OEE, como citado por Vorne (2002), mostra o impacto das grandes paradas no processo produtivo, e por esse motivo deve ser analisado com bastante atenção. São justamente as grandes paradas do processo produtivo que causam também os maiores impactos em sua eficiência (resultam em ineficiência). São exemplo as paradas por manutenções, trocas de produção, falta de operadores, etc.

O responsável pelo processo deve ter especial atenção à esse fator pois os trabalhos de implantação de políticas de TPM, como a SMED (Single Minute Exchange Die), também conhecida por troca rápida de ferramenta (TRF), refletem diretamente nos resultados deste fator.

A implantação de práticas do TRF buscam reduzir as perdas do processo por tempo entre uma e outra produção. Os resultados disso poderão ser claramente notados e medidos pelo fator disponibilidade.

### 3.4.2.2 Disponibilidade do setor de Sopro

A Tabela 10 mostra os resultados disponibilidade para o setor de sopro. O cálculo pode ser observado na Equação 8.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo operacional}}{\text{Tempo programado}} = \frac{5454}{7004} * 100 = 77,88\% \quad (8)$$

Tabela 10: Disponibilidade setor sopro

<b>Disponibilidade Sopro 2009</b>			
	<b>Paradas Gerais (Down Time Loss) (h)</b>	<b>Tempo operacional (h)</b>	<b>DISPONIBILIDADE (OEE)</b>
<b>Janeiro</b>	363	528	<b>59,27%</b>
<b>Fevereiro</b>	416	682	<b>62,12%</b>
<b>Março</b>	477	521	<b>57,41%</b>
<b>Abril</b>	933	380	<b>29,58%</b>
<b>Maió</b>	623	946	<b>60,60%</b>
<b>Junho</b>	860	1073	<b>55,51%</b>
<b>Julho</b>	547	782	<b>58,86%</b>
<b>Agosto</b>	264	1125	<b>94,15%</b>
<b>Setembro</b>	140	807	<b>85,27%</b>
<b>Outubro</b>	289	728	<b>71,58%</b>
<b>Novembro</b>	788	1243	<b>62,63%</b>
<b>Dezembro</b>	630	1488	<b>73,83%</b>

### 3.4.3 Desempenho

O cálculo do desempenho busca mostrar as perdas relacionadas às perdas de velocidade dos equipamentos. Devemos lembrar que, de acordo com Vorne (2002), as perdas de velocidade são caracterizadas pelas pequenas perdas de processo denominadas de perdas de velocidade. Dentro desse pensamento, foram verificadas duas situações do processo que caracteriza esse tipo de perdas:

- Trabalhar com menos cavidade que a capacidade nominal do molde;

- Trabalhar com ciclo fora do estipulado pelo departamento técnico.

Esses tipos de perdas nem sempre são fáceis de serem medidos, ou medidos de forma direta, como ocorrem com a disponibilidade e a TEEP. Para isso, é necessário estipular alguns padrões de cálculo para estimar tais perdas do processo referentes às perdas de velocidade.

No que se trata de cavidades a menos, essas foram incluídas como perdas de velocidade pois cada molde de produto é concebido com determinado número de cavidades. Essa quantidade de cavidades é determinada por uma série de motivos, podendo ser citados alguns: tecnologia envolvida no molde; dimensões da peça; demanda do produto e mercado; peculiaridades do produto como roscas, reentrâncias etc. Em média os moldes utilizados na empresa são de 2 a 4 cavidade para os moldes do setor de sopro e de 4 a 12 cavidades para os moldes de injeção.

Para demonstrar numericamente o motivo pelo qual as perdas por cavidade a menos foram enquadradas como perdas de velocidade será colocado um exemplo a seguir:

Tomemos como exemplo um molde de injeção tendo 8 cavidades – cada cavidade é responsável pela produção de uma peça a cada um ciclo de injeção. Esse mesmo molde foi testado em uma produção piloto e verificado que seu ciclo ideal de trabalho seja 30 segundos. Assim após um turno de 470 minutos de trabalho esse molde é capaz de produzir 7520 peças, conforme calculado na Equação 9.

$$\frac{470 \text{ min} * 60 \text{ seg}}{\text{ciclo de } 30 \text{ seg}} * 8 \text{ cavidades} = 7520 \text{ peças} \quad (9)$$

Se por algum problema técnico esse mesmo molde necessitar que uma de suas cavidades seja fechada, ele continua a produzir, no entanto com apenas 7 cavidades. Assim nesse mesmo turno de 470 min de trabalho e mesmo ciclo de 30 segundos esse molde é capaz de produzir 6580 peças, como mostra a Equação 10.

$$\frac{470 \text{ min} * 60 \text{ seg}}{\text{ciclo de } 30 \text{ seg}} * 7 \text{ cavidades} = 6580 \text{ peças} \quad (10)$$

Se esse molde estivesse com as 8 cavidades ele teria produzido essas 6580 peças em 411,3 minutos. Assim essa cavidade que permaneceu fechada durante um turno foi equivalente a uma máquina parada por 58,7 minutos, visto na Equação 11.1 e 11.2

$$\frac{6580\text{peças}}{8\text{cavidades}} * \text{ciclo de } 30\text{seg} = \frac{24675\text{seg}}{60\text{seg}} = 411,25\text{min} \quad (11.1)$$

$$470\text{min} - 411,25\text{min} = 58,7\text{min} \quad (11.2)$$

Assim os Anexos 4 e 5 trazem respectivamente, o somatório de todo o tempo perdido com cavidade a menos dos setores de injeção e sopro agrupados na categoria III.

A outra forma de perda de velocidade considerada foram os desvios dos ciclos durante a produção. Em algumas circunstâncias os operadores fazem modificações nas regulagens das máquinas em operação ficando diferente das regulagens especificadas pela ficha técnica dos produtos. Essas regulagens são parâmetros de operações como: velocidade de injeção de material, tempo de resfriamento, velocidade de fechamento do molde, velocidade de escoamento do material e regulagem de Parizon (no setor de sopro), etc.

São inúmeros os motivos que levam o operador a modificar esses parâmetros de máquinas que podem ser desde climáticos à excessivas cobranças por resultados. A exemplo, dias de pouca umidade do ar, alguns produtos precisam ter seu ciclo aumentado para que dê tempo do molde resfriar o suficiente. Caso contrário a peça pode apresentar dificuldade na extração. Por outro lado, a excessiva cobrança por resultados de produção podem induzir o operador a forçar a diminuição do ciclo da máquina. No entanto, nem sempre essa medida é positiva, pois o aceleração da máquina pode causar variações na funcionalidades das peças tais como tração, acoplamento, etc.

Para este trabalho foram medidas as variações entre o ciclo teórico (Ficha técnica) e o ciclo real. Desses valores foram tomadas médias mensais e assim o desempenho desse fator para cada setor.

### 3.4.3.1 Desempenho do setor de injeção

A Tabela 11 mostra os resultados para cálculo do desempenho do ciclo para o setor de injeção. A Equação 12 descreve o cálculo desse fator conforme colocado no item 3.4.3.

$$Desempenho(ciclo) = \frac{Ciclo\ teórico\ médio}{Ciclo\ real\ médio} = \frac{21,38}{21,92} * 100 = 97,54\% \quad (12)$$

Tabela 11: Desempenho de ciclo setor injeção

<b>Injeção 2009</b>			
	<b>Ciclo real médio (s)</b>	<b>Ciclo Teórico Médio(s)</b>	<b>Desempenho de ciclo</b>
<b>Janeiro</b>	21,92	21,38	<b>97,54%</b>
<b>Fevereiro</b>	23,60	23,50	<b>99,58%</b>
<b>Março</b>	28,10	27,98	<b>99,57%</b>
<b>Abril</b>	30,83	30,22	<b>98,02%</b>
<b>Mai</b>	27,74	27,14	<b>97,84%</b>
<b>Junho</b>	31,51	31,26	<b>99,21%</b>
<b>Julho</b>	35,64	35,24	<b>98,88%</b>
<b>Agosto</b>	39,30	39,01	<b>99,26%</b>
<b>Setembro</b>	37,50	36,31	<b>96,83%</b>
<b>Outubro</b>	32,59	31,39	<b>96,32%</b>
<b>Novembro</b>	33,74	33,04	<b>97,93%</b>
<b>Dezembro</b>	34,96	33,37	<b>95,45%</b>

A Tabela 12 mostra os resultados obtidos no cálculo das percas com cavidades a menos para o setor de injeção. A Equação 13 trás como exemplo o cálculo do desempenho das cavidades do setor de injeção no mês de janeiro.

$$Desempenho\ cav. = \left( 1 - \frac{Perca\ com\ cavidade\ a\ menos}{Tempo\ operacional} \right) * 100 = \left( 1 - \frac{381,4}{5073,5} \right) * 100$$

$$= 92,48\% \quad (13)$$

Tabela 12: Percas com cavidades a menos setor injeção

**Injeção 2009**

	<i>Perca com cavidade a menos(h)</i>	<i>Tempo operacional (h)</i>	<i>Desempenho de cavidades</i>
<i>Janeiro</i>	381,4	5.073,05	<b>92,48%</b>
<i>Fevereiro</i>	167,4	5.141,07	<b>96,74%</b>
<i>Março</i>	136,1	6.384,37	<b>97,87%</b>
<i>Abril</i>	345,8	6.433,77	<b>94,62%</b>
<i>Maio</i>	162,3	6.244,87	<b>97,40%</b>
<i>Junho</i>	109,7	4.187,32	<b>97,38%</b>
<i>Julho</i>	154,8	6.298,93	<b>97,54%</b>
<i>Agosto</i>	271,5	7.927,70	<b>96,58%</b>
<i>Setembro</i>	109,5	7.694,07	<b>98,58%</b>
<i>Outubro</i>	27,7	6.769,72	<b>99,59%</b>
<i>Novembro</i>	13,7	6.712,67	<b>99,80%</b>
<i>Dezembro</i>	51,4	5.011,38	<b>98,97%</b>

A Tabela 13 mostra o cálculo do desempenho resultante para o setor de injeção.

**Tabela 13: Desempenho resultante setor injeção**

<b>Injeção 2009</b>			
	<i>Desempenho de ciclo</i>	<i>Desempenho de cavidades</i>	<i>Desempenho (OEE)</i>
<i>Janeiro</i>	97,54%	92,48%	<b>90,20%</b>
<i>Fevereiro</i>	99,58%	96,74%	<b>96,33%</b>
<i>Março</i>	99,57%	97,87%	<b>97,45%</b>
<i>Abril</i>	98,02%	94,62%	<b>92,75%</b>
<i>Maio</i>	97,84%	97,40%	<b>95,29%</b>
<i>Junho</i>	99,21%	97,38%	<b>96,61%</b>
<i>Julho</i>	98,88%	97,54%	<b>96,45%</b>
<i>Agosto</i>	99,26%	96,58%	<b>95,86%</b>
<i>Setembro</i>	96,83%	98,58%	<b>95,45%</b>
<i>Outubro</i>	96,32%	99,59%	<b>95,92%</b>
<i>Novembro</i>	97,93%	99,80%	<b>97,73%</b>
<i>Dezembro</i>	95,45%	98,97%	<b>94,47%</b>

### 3.4.3.2 Desempenho do setor de sopro

A Tabela 14 mostra o cálculo do desempenho do ciclo para o setor de sopro.

Tabela 14: Desempenho de ciclo setor sopro

<b>Sopro 2009</b>			
	<i>Ciclo real médio (s)</i>	<i>Ciclo Teórico Médio(s)</i>	<i>Desempenho de ciclo</i>
<i>Janeiro</i>	7,01	6,99	<b>99,71%</b>
<i>Fevereiro</i>	7,52	7,42	<b>98,67%</b>
<i>Março</i>	9,80	9,66	<b>98,57%</b>
<i>Abril</i>	9,55	9,46	<b>99,06%</b>
<i>Mai</i>	11,34	11,16	<b>98,41%</b>
<i>Junho</i>	14,66	14,52	<b>99,05%</b>
<i>Julho</i>	16,72	16,66	<b>99,64%</b>
<i>Agosto</i>	18,37	18,36	<b>99,95%</b>
<i>Setembro</i>	13,30	12,67	<b>95,26%</b>
<i>Outubro</i>	16,27	16,22	<b>99,69%</b>
<i>Novembro</i>	17,98	17,65	<b>98,16%</b>
<i>Dezembro</i>	15,50	15,27	<b>98,52%</b>

A Tabela 15 mostra o cálculo das percas com cavidades a menos para o setor de sopro.

Tabela 15: Perca com cavidades a menos setor sopro

<b>Sopro 2009</b>			
	<i>Perca com cavidade a menos(h)</i>	<i>Tempo operacional (h)</i>	<i>Desempenho de cavidades</i>
<i>Janeiro</i>	0,0	528,22	<b>100,00%</b>
<i>Fevereiro</i>	0,0	682,18	<b>100,00%</b>
<i>Março</i>	45,2	476,23	<b>90,51%</b>
<i>Abril</i>	14,6	365,12	<b>96,00%</b>
<i>Mai</i>	3,9	942,12	<b>99,58%</b>
<i>Junho</i>	0,0	1.073,15	<b>100,00%</b>
<i>Julho</i>	0,0	782,37	<b>100,00%</b>
<i>Agosto</i>	97,1	1.027,95	<b>90,56%</b>
<i>Setembro</i>	0,2	807,13	<b>99,97%</b>
<i>Outubro</i>	0,0	728,00	<b>100,00%</b>
<i>Novembro</i>	23,3	1.219,32	<b>98,09%</b>
<i>Dezembro</i>	51,4	1.436,38	<b>96,42%</b>

A Tabela 16 mostra o cálculo do desempenho resultante para o setor de injeção.

Tabela 16: Desempenho resultante setor sopro

<b>Sopro 2009</b>			
	<i>Desempenho de ciclo</i>	<i>Desempenho de cavidades</i>	<i>Desempenho (OEE)</i>
<i>Janeiro</i>	99,71%	100,00%	<b>99,71%</b>
<i>Fevereiro</i>	98,67%	100,00%	<b>98,67%</b>
<i>Março</i>	98,57%	90,51%	<b>89,22%</b>
<i>Abril</i>	99,06%	96,00%	<b>95,10%</b>
<i>Mai</i>	98,41%	99,58%	<b>98,00%</b>
<i>Junho</i>	99,05%	100,00%	<b>99,05%</b>
<i>Julho</i>	99,64%	100,00%	<b>99,64%</b>
<i>Agosto</i>	99,95%	90,56%	<b>90,51%</b>
<i>Setembro</i>	95,26%	99,97%	<b>95,24%</b>
<i>Outubro</i>	99,69%	100,00%	<b>99,69%</b>
<i>Novembro</i>	98,16%	98,09%	<b>96,29%</b>
<i>Dezembro</i>	98,52%	96,42%	<b>94,99%</b>

### 3.4.4 Qualidade

O cálculo da qualidade foi obtido por meio dos dados disponíveis de quantidade de peças refugadas (rejeições) em relação à quantidade de peças produzidas. Dessa forma é possível se determinar a porcentagem de tempo que foi desprendido para a produção de peças que não atendem o padrão de qualidade.

#### 3.4.4.1 Qualidade do setor de Injeção

A Tabela 17 mostra o cálculo do fator qualidade do setor injeção.

Tabela 17: Qualidade setor injeção

<b>Injeção 2009</b>			
	<i>Rejeição</i>	<i>Produção</i>	<i>Qualidade</i>
<i>Janeiro</i>	155.778	3.641.708	<b>95,90%</b>
<i>Fevereiro</i>	100.164	3.524.819	<b>97,24%</b>
<i>Março</i>	139.909	4.841.384	<b>97,19%</b>
<i>Abril</i>	172.318	4.437.090	<b>96,26%</b>
<i>Mai</i>	115.446	4.220.374	<b>97,34%</b>
<i>Junho</i>	70.301	2.567.951	<b>97,34%</b>
<i>Julho</i>	147.968	4.751.433	<b>96,98%</b>
<i>Agosto</i>	190.395	6.067.443	<b>96,96%</b>

<i>Setembro</i>	140.662	5.890.036	<b>97,67%</b>
<i>Outubro</i>	81.710	5.500.665	<b>98,54%</b>
<i>Novembro</i>	162.927	5.059.047	<b>96,88%</b>
<i>Dezembro</i>	70.639	3.343.586	<b>97,93%</b>

#### 3.4.4.2 Qualidade do setor de Sopro

A Tabela 18 mostra o cálculo do fator qualidade do setor injeção

Tabela 18: Qualidade setor sopro

<b>Sopro 2009</b>			
	<i>Rejeição</i>	<i>Produção</i>	<i>Qualidade</i>
<i>Janeiro</i>	5.292	245.768	<b>97,89%</b>
<i>Fevereiro</i>	7.785	372.331	<b>97,95%</b>
<i>Março</i>	11.612	457.879	<b>97,53%</b>
<i>Abril</i>	8.544	500.828	<b>98,32%</b>
<i>Mai</i>	8.075	528.826	<b>98,50%</b>
<i>Junho</i>	9.762	373.753	<b>97,45%</b>
<i>Julho</i>	6.816	444.877	<b>98,49%</b>
<i>Agosto</i>	9.864	431.302	<b>97,76%</b>
<i>Setembro</i>	7.740	656.009	<b>98,83%</b>
<i>Outubro</i>	6.179	442.708	<b>98,62%</b>
<i>Novembro</i>	13.737	760.395	<b>98,23%</b>
<i>Dezembro</i>	10.768	714.007	<b>98,51%</b>

#### 3.4.5 Resultados obtidos da OEE

O resultado do procurado, é dado pelo produto dos três fatores anteriormente analisados: disponibilidade, desempenho e qualidade conforme coloca a Equação 4. A seguir serão apresentados os resultados para os setores de injeção e sopro separadamente e por fim o resultado da OEE de toda a planta.

##### 3.4.5.1 Resultado da OEE do setor de Injeção

A Tabela 19 mostra os resultados obtidos da OEE para o setor de injeção. Esses valores são resultado do produto dos três fatores para o setor de injeção, conforme a Equação 14 exemplifica o cálculo para o mês de janeiro.

$$OEE = Disp.* Desemp.* Qualid. = 77,88\% * 90,20\% * 95,90\% = 67,37\% \quad (14)$$

Tabela 19: Resultados de OEE setor injeção

<b>Injeção 2009</b>				
	<b>Disponibilidade</b>	<b>Desempenho</b>	<b>Qualidade</b>	<b>OEE</b>
<b>Janeiro</b>	77,88%	90,20%	95,90%	<b>67,37%</b>
<b>Fevereiro</b>	80,28%	96,33%	97,24%	<b>75,20%</b>
<b>Março</b>	82,22%	97,45%	97,19%	<b>77,87%</b>
<b>Abril</b>	79,57%	92,75%	96,26%	<b>71,04%</b>
<b>Mai</b>	80,80%	95,29%	97,34%	<b>74,95%</b>
<b>Junho</b>	78,48%	96,61%	97,34%	<b>73,80%</b>
<b>Julho</b>	78,70%	96,45%	96,98%	<b>73,61%</b>
<b>Agosto</b>	84,76%	95,86%	96,96%	<b>78,78%</b>
<b>Setembro</b>	89,51%	95,45%	97,67%	<b>83,44%</b>
<b>Outubro</b>	86,31%	95,92%	98,54%	<b>81,58%</b>
<b>Novembro</b>	76,12%	97,73%	96,88%	<b>72,07%</b>
<b>Dezembro</b>	79,37%	94,47%	97,93%	<b>73,43%</b>

### 3.4.5.2 Resultado da OEE do setor de Sopro

Da mesma forma, a Tabela 20 mostra os resultados obtidos da OEE para o setor de sopro. O mês de janeiro é calculado pela Equação 15.

$$OEE = Disp.* Desemp.* Qualid. = 59,27\% * 99,71\% * 97,89\% = 57,85\% \quad (15)$$

Tabela 20: Resultados OEE setor sopro

<b>Sopro 2009</b>				
	<b>Disponibilidade</b>	<b>Desempenho</b>	<b>Qualidade</b>	<b>OEE</b>
<b>Janeiro</b>	59,27%	99,71%	97,89%	<b>57,85%</b>
<b>Fevereiro</b>	62,12%	98,67%	97,95%	<b>60,04%</b>
<b>Março</b>	57,41%	89,22%	97,53%	<b>49,95%</b>
<b>Abril</b>	29,58%	95,10%	98,32%	<b>27,66%</b>
<b>Mai</b>	60,60%	98,00%	98,50%	<b>58,49%</b>
<b>Junho</b>	55,51%	99,05%	97,45%	<b>53,58%</b>

<b>Julho</b>	58,86%	99,64%	98,49%	<b>57,77%</b>
<b>Agosto</b>	94,15%	90,51%	97,76%	<b>83,31%</b>
<b>Setembro</b>	85,27%	95,24%	98,83%	<b>80,26%</b>
<b>Outubro</b>	71,58%	99,69%	98,62%	<b>70,38%</b>
<b>Novembro</b>	62,63%	96,29%	98,23%	<b>59,24%</b>
<b>Dezembro</b>	73,83%	94,99%	98,51%	<b>69,09%</b>

### 3.4.6 OEE de toda a planta

A fim de se determinar em que nível da Classe Mundial se enquadra toda a planta, de maneira análoga, foram tomadas as informações de disponibilidade, desempenho e qualidade bom meio de médias aritméticas das informações dos dois setores juntos. Os resultados podem ser observados a seguir.

A Tabela 21 mostra os resultados de desempenho de ciclo e de cavidades a menos para toda a planta.

**Tabela 21: Resultado de desempenho de ciclo e cavidades a menos de toda a planta**

<b>TOTAL</b>	<b>Desempenho de ciclo</b>	<b>Desempenho de cavidades</b>	<b>Desempenho (OEE)</b>
<b>Janeiro</b>	98,06%	93,19%	<b>91,39%</b>
<b>Fevereiro</b>	99,36%	97,13%	<b>96,50%</b>
<b>Março</b>	99,31%	97,36%	<b>96,69%</b>
<b>Abril</b>	98,27%	94,70%	<b>93,06%</b>
<b>Mai</b>	98,00%	97,69%	<b>95,74%</b>
<b>Junho</b>	99,16%	97,91%	<b>97,09%</b>
<b>Julho</b>	99,12%	97,81%	<b>96,95%</b>
<b>Agosto</b>	99,48%	95,88%	<b>95,39%</b>
<b>Setembro</b>	96,42%	98,71%	<b>95,17%</b>
<b>Outubro</b>	97,44%	99,63%	<b>97,08%</b>
<b>Novembro</b>	98,01%	99,53%	<b>97,55%</b>
<b>Dezembro</b>	96,39%	98,41%	<b>94,86%</b>

A Tabela 22 mostra os resultados do fator qualidade para toda a planta.

Tabela 22: Resultados da qualidade de toda a planta

<b>TOTAL</b>			
	<b>Rejeição</b>	<b>Produção</b>	<b>Qualidade</b>
<b>Janeiro</b>	161.070	3.887.476	<b>96,02%</b>
<b>Fevereiro</b>	107.949	3.897.150	<b>97,30%</b>
<b>Março</b>	151.521	5.299.263	<b>97,22%</b>
<b>Abril</b>	180.862	4.937.918	<b>96,47%</b>
<b>Mai</b>	123.521	4.749.200	<b>97,47%</b>
<b>Junho</b>	80.063	2.941.704	<b>97,35%</b>
<b>Julho</b>	154.784	5.196.310	<b>97,11%</b>
<b>Agosto</b>	200.259	6.498.745	<b>97,01%</b>
<b>Setembro</b>	148.402	6.546.045	<b>97,78%</b>
<b>Outubro</b>	87.889	5.943.373	<b>98,54%</b>
<b>Novembro</b>	176.664	5.819.442	<b>97,05%</b>
<b>Dezembro</b>	81.407	4.057.593	<b>98,03%</b>

A Tabela 23 mostra o resultado final da OEE para toda a planta.

Tabela 23: Resultado da OEE de toda a planta

<b>TOTAL</b>				
	<b>Disponibilidade</b>	<b>Desempenho</b>	<b>Qualidade</b>	<b>OEE</b>
<b>Janeiro</b>	75,78%	91,39%	96,02%	<b>66,50%</b>
<b>Fevereiro</b>	77,70%	96,50%	97,30%	<b>72,96%</b>
<b>Março</b>	79,67%	96,69%	97,22%	<b>74,89%</b>
<b>Abril</b>	73,02%	93,06%	96,47%	<b>65,55%</b>
<b>Mai</b>	77,48%	95,74%	97,47%	<b>72,29%</b>
<b>Junho</b>	72,49%	97,09%	97,35%	<b>68,51%</b>
<b>Julho</b>	75,93%	96,95%	97,11%	<b>71,49%</b>
<b>Agosto</b>	85,79%	95,39%	97,01%	<b>79,39%</b>
<b>Setembro</b>	89,09%	95,17%	97,78%	<b>82,91%</b>
<b>Outubro</b>	84,62%	97,08%	98,54%	<b>80,96%</b>
<b>Novembro</b>	73,65%	97,55%	97,05%	<b>69,73%</b>
<b>Dezembro</b>	78,04%	94,86%	98,03%	<b>72,57%</b>

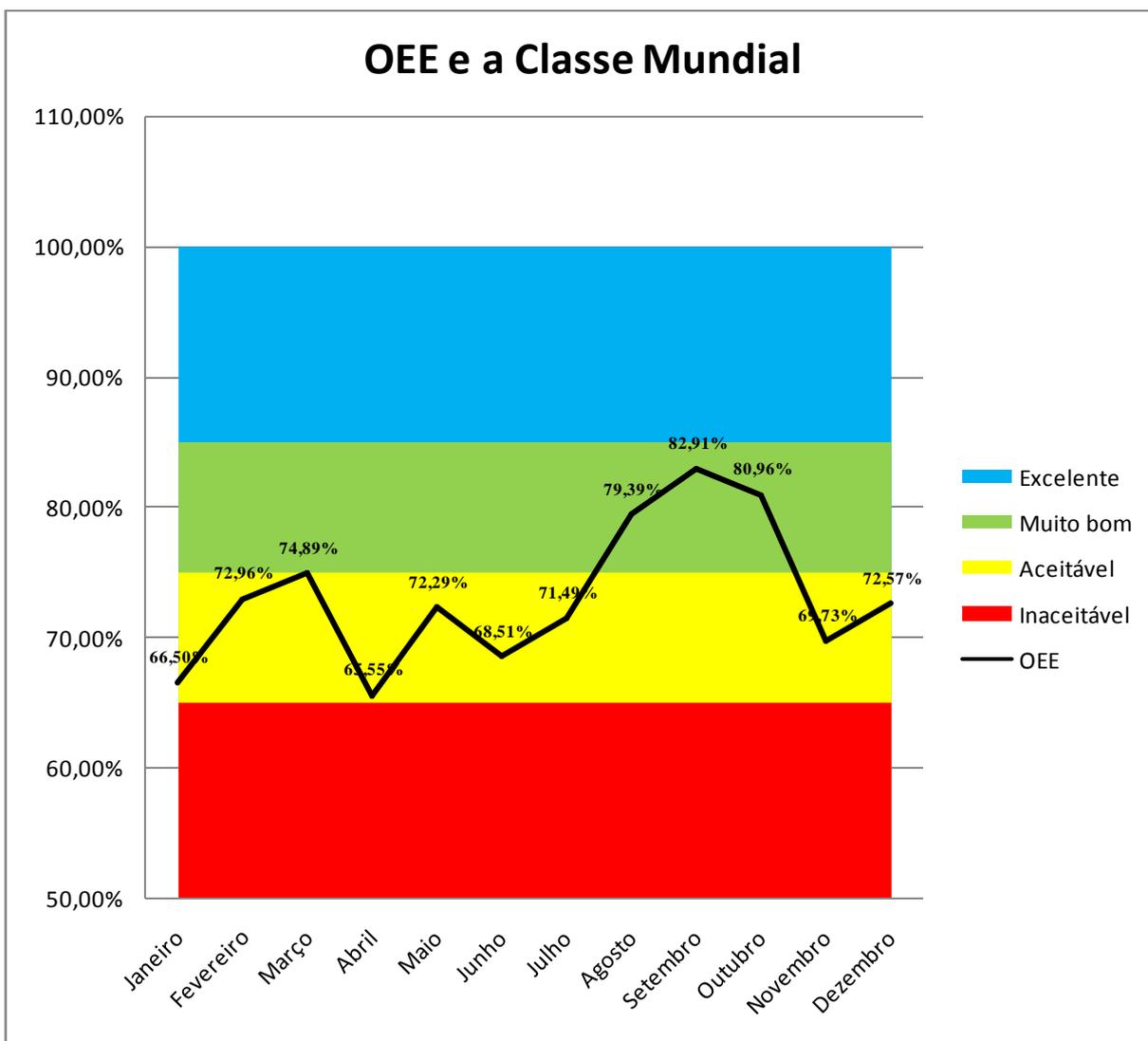
Os resultados da OEE de toda a planta obtidos acima foram colocados graficamente na Figura 2 facilitar a visualização de sua distribuição dentro das Classes Mundiais.

### **3.4.7 Considerações sobre os resultados obtidos**

A consideração inicial sobre a utilização da métrica da Eficiência Global do Equipamento para gerenciamento de uma cadeia produtiva deve ser feita em respeito quanto a sua forma completa e ao mesmo tempo simples de se medir a eficiência do processo. O fato de se realizar esse medição “enxergando” todas as suas perdas do processo como paradas de máquinas, torna possível a visualização de forma gráfica esses resultados.

Os resultados das TEEP, perdas operacionais e tempo operacional podem ser analisados de forma visual nos Anexos 6 e 7 para injeção e sopro respectivamente.

Outro aspecto importante a ser avaliado é a identificação da fábrica-oculta mostrada quando se mede a OEE. Comparado com o que se propõe como Classe Mundial da OEE, a planta em estudo pode, e deve, intensificar seus esforços por melhorias de seu processo e se posicionar na faixa considerado “muito bom”, como mostra a Figura 2. Os ganhos nesse sentido possibilitam o aumento de sua capacidade produtiva, sem necessariamente investimentos em mais equipamentos.



**Figura 2: OEE e a Classe Mundial**

Por fim, para que se consiga atingir os níveis mundiais, deve-se considerar em fazer da OEE uma prática do cotidiano das pessoas que constituem todos os níveis hierárquicos da organização, e que o monitoramento de todos os fatores sejam constante. Para isso é proposto um modelo de relatório periódico (Anexo 8) para o monitoramento da OEE, de seus fatores, da TEEP ou “carga de fábrica” e outras informações envolvidas no processo que contribuem para um ou outro fator.

Os resultados são colocados na forma de velocímetro para facilitar a identificação de qual fator mais está afetando o resultado da OEE da fábrica, seja positiva ou negativamente.

## 4 CONCLUSÃO

O trabalho atingiu seu objetivo maior, pois foi possível através da coleta de informações da produção e análise de seus resultados, implantar a OEE como forma de medir eficiência dos processos de injeção e sopro da empresa estudada.

A implantação desta ferramenta possibilitou a análise objetiva de todas as informações do processo, verificando-se os resultados dos fatores: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade separadamente nos setores da empresa. Também possibilitou a análise da OEE para toda planta como um todo.

A partir disso pode-se verificar em qual nível de eficiência a empresa está realizando suas atividades, frente ao que Vorne (2002) apresenta como Classe Mundial da OEE.

Individualmente, seus objetivos menores também foram alcançados, pois o trabalho possibilitou tanto a pesquisa literária do assunto e pesquisa *in loco* do processo produtivo.

Por fim foram apresentados os fundamentos para a execução do monitoramento das rotinas e obtenção de melhorias na eficiência da empresa, relacionados à medição de desempenho, áreas de decisão na produção e à importância da utilização dos fatores no seu cotidiano.

## 5 REFERÊNCIAS

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 175p.

GOUBERGEN, Dick, V. *Set up reduction as an organization-wide problem*. Solutions 2000' conference – Insitute of Industrial Engineers. Ohio. Maio. 2000

HOLANDA, Aurélio, B. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. São Paulo: Editora Positivo, 2010. 5ª Edição.

MARTINS, Gilberto M.; LINTS, Amlexandre. **Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso**. São Paulo: Editora Atlas, 2000. 108p.

MORETTO, Alexandre, A. F. **Ociosidade e Eficiência do Processo: análise de seus impactos na produtividade em uma indústria de embalagens plásticas**. Maringá. 2007.

ROBERT, Hansen C. *Overall equipment effectiveness: a powerful production / maintenance tool for increase profits*. New York: Industrial Press, 2001. 256p.

ROBERT, Hansen C. **Eficiência global dos equipamentos: uma ponderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Tradução: Altair Flamorion Klippel. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 264 p.

SANTOS, Ana C. O.; SANTOS, Marcos J. **Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – um estudo de caso**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu. Out. 2007

SATOLO, Eduardo Guilherme; CALARGE, Felipe Araújo. **Troca rápida de ferramentas: estudo de caso em diferentes segmentos industriais**. Exacta, São Paulo v.6, n.2, p283-296, jul./dez. 2008.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; **Administração da produção**. Tradução: Maria Teresa Corrêa de Oliveira. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007. 747 p.

SUGAI, Michel; RICHARD, Ian McIntosh; NOVASKI, Olívio. **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso**. Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335, maio-ago., 2007.

VORNE, Ramon. *The fast guide to OEE™*. Disponível em <[www.vorne.com](http://www.vorne.com)> – Acessado em 06/04/2010

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 – Tabela de máquinas

<b>Tabela de Máquinas</b>			
<b>Nº da máquina</b>	<b>Modelo</b>	<b>Força de fechamento (ton)</b>	<b>Tipo de máquina</b>
3	PUGLIESI PAC-1	-	Sopro
5	PUGLIESI PAC-1	-	Sopro
7	BATTENFELD BPS 2D	-	Sopro
9	SEMERARO UNILOY	-	Sopro
8	SEMERARO SUNILOY	-	Sopro
103	MG TPO100	100	Injeção
113	NISSEI FN3000	154	Injeção
114	NISSEI FN5000	230	Injeção
106	NISSEI FN3000	154	Injeção
107	NISSEI FN4000	196	Injeção
112	STORK P200	200	Injeção
109	SANDRETTO 165	165	Injeção
110	SANDRETTO 165	165	Injeção
111	SANDRETTO 220	220	Injeção
120	NEGRI BOSSI VS 230-820	230	Injeção
119	NEGRI BOSSI VS 300-1450	300	Injeção
116	NEGRI BOSSI VS 300-1450	300	Injeção
117	NEGRI BOSSI VS 300-1450	300	Injeção
108	NISSEI FN5000	230	Injeção
118	NEGRI BOSSI VS 300-1450	300	Injeção
115	NEGRI BOSSI VS 230-820	230	Injeção
121	KRAUSS MAFREI KM 160 CX	160	Injeção
122	KRAUSS MAFFEI KM 300 CX 1400	300	Injeção
123	KRAUSS MAFFEI KM 300 CX 1400	300	Injeção
125	NEGRI BOSSI VS 230-820	230	Injeção
124	NEGRI BOSSI VS 300-1450	300	Injeção
126	NEGRI BOSSI VS 300-1450	300	Injeção

## ANEXO 2 – Tabela de categorias e códigos de paradas de máquinas

<b>Códigos de paradas de máquinas</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Cód</b>	<b>Motivo</b>
Aguardando Ordem de Produção	13	Aguardando Ordem de Produção
Desenroscar / Desentupir Moldes-Máquinas	64	Desentupir Cavidades
	65	Desenroscar Capilar
	66	Desenroscar Tampas / Frascos do Molde
	74	Desentupir Bico / Canal
	76	Desentupir Pé do Funil
Falta de Colaborador	61	Falta de Colaborador
Falta/Problemas de material	2	Falta de Matéria Prima no Almoarifado
	55	Falta de Matéria Prima no Funil
	56	Mat-Prima Diferente do padrão / Contaminado
Início de Produção - 2ª Feira	62	Início de Produção - 2ª Feira
Limpeza	59	Limpeza de Macho e Bucha
	60	Limpeza do Cabeçote / Canhão
	63	Limpeza do Molde
	67	Limpeza de Final de Turno
	84	Limpeza de Placa Quando Enche
Manutenção	50	Troca de Faca
	58	Amolar / Regular a Bucha de Corte
	68	Falta de Haste de Faca
	69	Falta de Placa Celeron
	77	Troca do Bico da Injetora
	78	Manutenção da Haste da Faca de Corte
	100	Manutenção Corretiva - Mecânica
	101	Manutenção Corretiva - Elétrica
	102	Manutenção Corretiva - Eletrônica
	103	Manutenção Corretiva no Molde
	104	Manutenção nos Periféricos / Robots
	105	Manutenção no Cilindro de Aciont. de Faca
	106	Manutenção no Cilindro do Programador
	107	Manutenção na Bomba Hidráulica Principal
	108	Manutenção na Bomba Hidráulica Rosca
109	Manutenção na Bomba Hidráulica do Program.	
110	Manutenção no Motor Hidráulico - PAC 1	
111	Manutenção Bloco Comando de Válvula (Hidr.)	
112	Manutenção Bloco Comando de Válvula (Pneu)	
113	Manutenção no Acumulador	
114	Manutenção ou Troca de Mangueira Hidráulica	
115	Manutenção ou Troca de Mangueira Pneumática	

116	Manutenção de Colunas
117	Manutenção das Placas Porta Molde
118	Manutenção do Tranca Carro
119	Manutenção do Conf. Extrusora
120	Falta de Óleo Hidráulico
121	Troca de Filtro Hidráulico
122	Falta de Lubrificação
123	Esperando Mecânico Disponível
126	Manutenção de Geladeira
127	Manutenção das Esteiras Transportadoras
128	Manutenção dos Moinhos
129	Manutenção do Cilindro Injeção
130	Manutenção do Cilindro Extração
131	Manutenção do Cilindro do Canhão
132	Manutenção do Articulado da Injetora
133	Manutenção nas Portas das Máquinas
134	Manutenção nas Guias Deslizantes Injetora
135	Manutenção nas Cremalheiras Injetora
136	Manutenção no Funil
137	Manutenção nos Alimentadores de Mat. Prima
138	Manutenção nos Rebarbadores
139	Manutenção ou Troca de Polia Redutora
141	Manutenção e Limpeza do Trocador de Calor
142	Troca de Filtro de Óleo Programador
143	Troca de Visor de Nível de Óleo
144	Limpeza no Conservatório de Óleo Hidráulico
145	Manutenção no Cilindro de Calibração
146	Manutenção no Cilindro de Fechamento
147	Manutenção no Cilindro Atuador
201	Troca ou Reparo de Contactora Resistência
202	Troca ou Reparo de Contactora Bomba Hidráulica
204	Troca ou Reparo de Contactora Ventuinha Canhão
205	Troca ou Reparo de Contactora Faca Quente
206	Troca ou Reparo de Contactora dos Moinhos
207	Troca ou Reparo de Termopar
209	Troca ou Reparo de Sensor Indutivo
210	Troca ou Reparo Resistência do Canhão
211	Troca ou Reparo Resistência do Cabeçote
212	Troca ou Reparo de Fuzível
213	Troca ou Reparo de Bobinas Solenóide
214	Manutenção do Transf. Faca Quente
215	Manutenção de Túnel de Resfriamento
216	Manutenção no Quadro de Distribuição
217	Manutenção no Comando Painel da Máquina

	218	Queima de Motor Elétrico
	219	Manutenção do RTB
	221	Troca de Microrruptor
	222	Manutenção Elétrica dos Compressores Ar/Refr.
	223	Manutenção CLP
	224	Manutenção Programador Lauditec
	225	Manutenção Réguas Potenciométricas
	226	Manutenção de Pirômetros
Manutenção Preventiva Geral	4	Manutenção Preventiva Geral
Manutenção Preventiva Diária - Engraxar	3	Manutenção Preventiva Diária - Engraxar
Outros	89	Máquina Parada p/ Falta de Conhecimento Técnico
	98	Diferença de Informações
Queda de energia	1	Queda de Energia
Regulagens	51	Regulagem da Faca de Corte
	52	Regulagem do Parison
	53	Regulagem Geral
	54	Regulagem de Pino de Sopro
	57	Regulagem nos Automatismos / Robot
	85	Regulagem da Bucha de Corte
Set Up	5	Troca de Molde / Produção
	9	Troca de Côr
	72	Regulagem de Início de Produção
Teste	6	Teste de produtos
	7	Testes de Matéria Prima
	8	Testes de Máquina / Molde
Trabalhando c/ Cavidades a Menos	17	Trabalhando c/ Cavidades a Menos

### ANEXO 3 – Modelo de formulário para coleta de dados de produção

Máquina	Código Produto	Produto	Operador
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Data:	Paradas de máquina		Ajudante:
<input type="text"/>	Motivo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Início:	Tempo	<input type="text"/>	Auxiliares:
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fim:	Motivo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Tempo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Produção	Observações		<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		<input type="text"/>
Rejeição			<input type="text"/>
Ciclo			<input type="text"/>

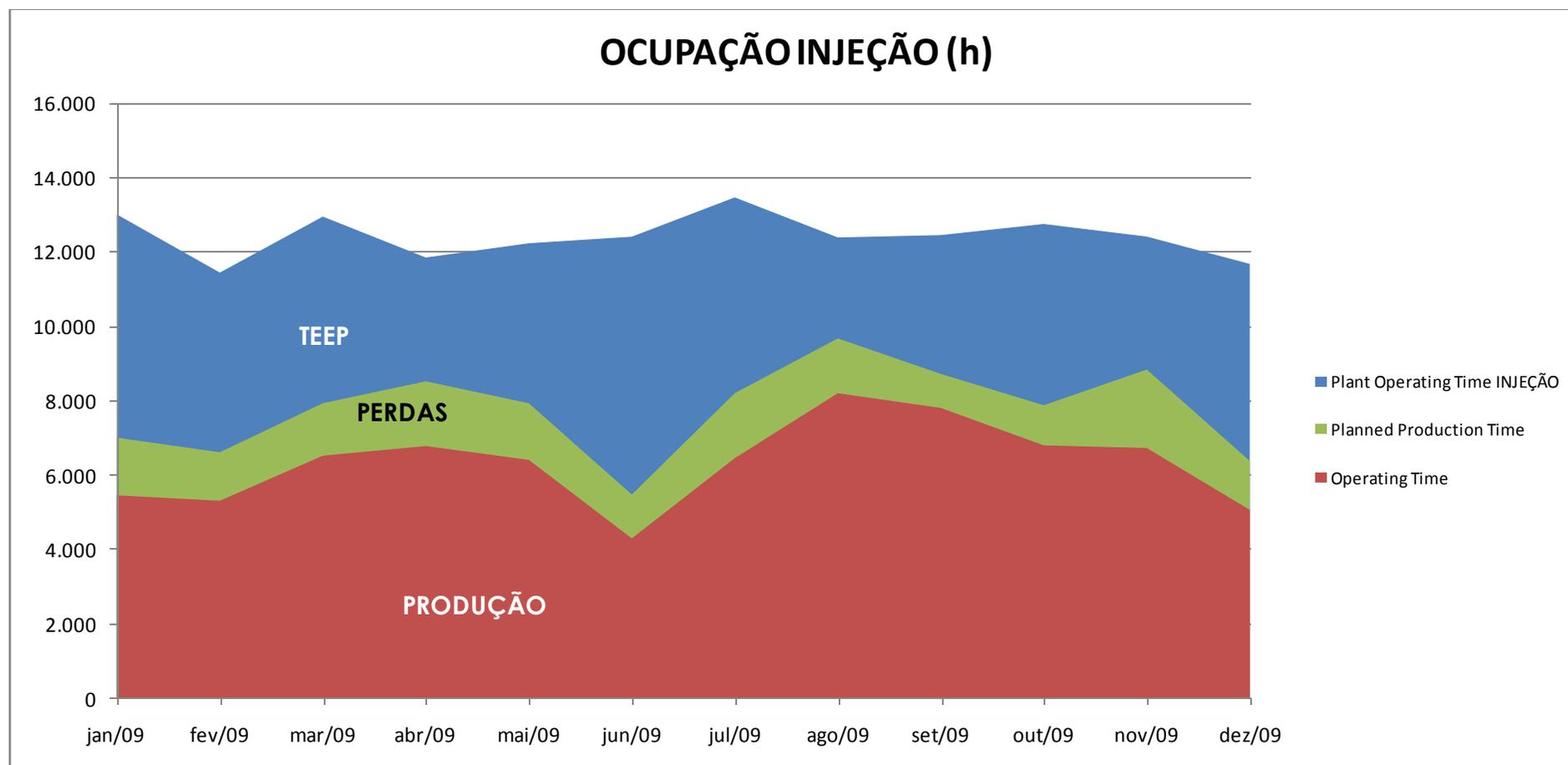
## ANEXO 4 – Resultados de paradas de máquinas do setor INJEÇÃO

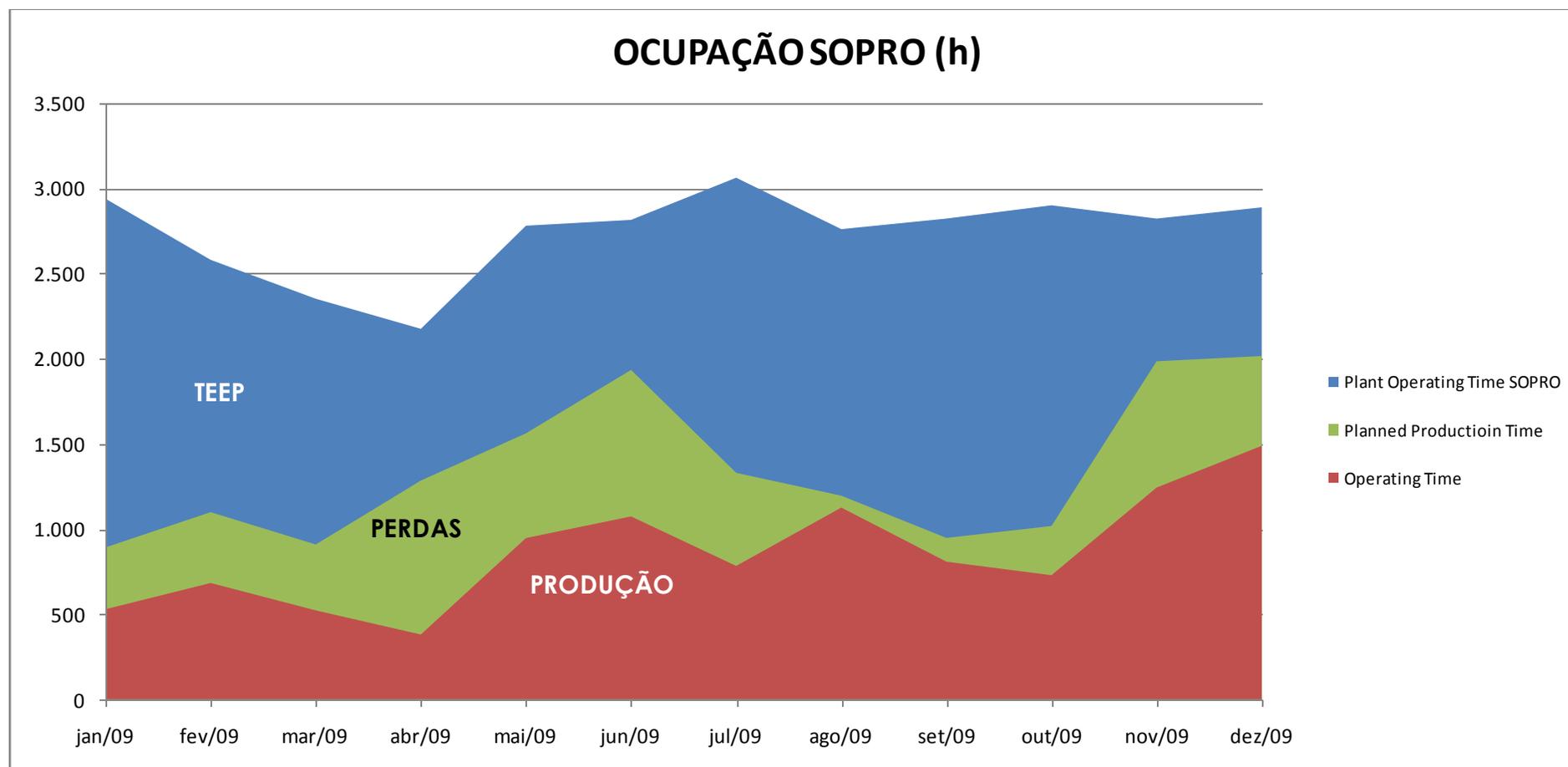
Paradas injeção 2009													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
I	Aguardando Ordem de Produção	5.855	4.519	4.723	2.768	3.183	6.118	5.062	2.304	3.172	4.254	2.537	4.854
	Manutenção Preventiva Geral	0	11	72	0	381	0	14	8	126	198	31	25
	Testes	148	300	222	559	737	813	188	402	434	421	609	662
	<b>Total parcial</b>	<b>6.003</b>	<b>4.830</b>	<b>5.017</b>	<b>3.327</b>	<b>4.301</b>	<b>6.932</b>	<b>5.264</b>	<b>2.714</b>	<b>3.731</b>	<b>4.873</b>	<b>3.178</b>	<b>5.541</b>
II	Queda de Energia	9	13	21	16	9	0	15	25	10	104	3	15
	Falta/Problemas de material	199	106	334	203	279	204	209	236	127	86	28	94
	Set-Up	161	73	100	90	101	52	76	101	78	98	31	41
	Manutenção Preventiva Diária - Engraxar	0	23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Regulagem	95	36	55	71	52	61	73	80	65	58	35	62
	Limpeza	94	83	133	201	96	74	102	151	135	99	48	105
	Falta de Colaborador	0	26	234	61	0	119	10	275	7	53	0	80
	Início de Produção - 2ª Feira	28	23	36	32	29	21	29	45	25	21	15	21
	Desenrroscar / Desentipor Moldes-Máquinas	96	85	131	240	152	93	163	190	151	110	60	111
	Manutenção	1.244	999	488	1.164	964	657	1.209	631	421	467	539	870
	Outros Motivos	5	4	14	8	4	7	15	12	6	10	0	5
	<b>Total parcial</b>	<b>1.931</b>	<b>1.471</b>	<b>1.546</b>	<b>2.087</b>	<b>1.685</b>	<b>1.288</b>	<b>1.901</b>	<b>1.746</b>	<b>1.024</b>	<b>1.106</b>	<b>758</b>	<b>1.404</b>
III	Trabalhando c/ Cavidades a Menos**	381	167	136	346	162	110	155	271	110	28	14	51
	<b>Total parcial</b>	<b>381</b>	<b>167</b>	<b>136</b>	<b>346</b>	<b>162</b>	<b>110</b>	<b>155</b>	<b>271</b>	<b>110</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>51</b>
<b>TOTAL</b>		<b>8.315</b>	<b>6.468</b>	<b>6.699</b>	<b>5.760</b>	<b>6.148</b>	<b>8.329</b>	<b>7.320</b>	<b>4.731</b>	<b>4.865</b>	<b>6.007</b>	<b>3.950</b>	<b>6.996</b>

## ANEXO 5 – Resultados de paradas de máquinas do setor SOPRO

Paradas sopro 2009													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
I	Aguardando Ordem de Produção	2.032	1.080	1.340	775	930	435	1.692	1.530	1.848	1.648	553	4.854
	Manutenção Preventiva Geral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25
	Testes	16	402	103	116	289	446	41	35	27	235	8	662
	<b>Total parcial</b>	<b>2.047</b>	<b>1.482</b>	<b>1.443</b>	<b>891</b>	<b>1.219</b>	<b>881</b>	<b>1.733</b>	<b>1.565</b>	<b>1.875</b>	<b>1.883</b>	<b>561</b>	<b>5.541</b>
II	Queda de Energia	0	2	1	0	0	0	1	8	13	8	15	
	Falta/Problemas de material	1	5	43	13	38	44	81	15	62	223	10	94
	Set-Up	95	48	72	113	78	134	33	60	16	14	41	41
	Manutenção Preventiva Diária - Engraxar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Regulagem	36	27	89	51	109	131	46	43	16	24	53	62
	Limpeza	32	40	52	58	84	30	10	13	7	4	8	105
	Falta de Colaborador	0	0	10	1	0	4	50	0	0	0	8	80
	Início de Produção - 2ª Feira	2	2	7	5	5	12	7	12	4	7	22	21
	Desenrroscar / Desentipor Moldes-Máquinas	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	111
	Manutenção	196	292	151	674	302	494	314	23	24	4	31	870
	Outros Motivos	0	0	6	1	3	12	5	1	1	0	1	5
	<b>Total parcial</b>	<b>363</b>	<b>416</b>	<b>432</b>	<b>919</b>	<b>619</b>	<b>860</b>	<b>547</b>	<b>167</b>	<b>140</b>	<b>289</b>	<b>182</b>	<b>1.404</b>
III	Trabalhando c/ Cavidades a Menos	0	0	45	15	4	0	0	97	0	0	23	51
	<b>Total parcial</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>97</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>51</b>
<b>TOTAL</b>		<b>2.410</b>	<b>1.898</b>	<b>1.920</b>	<b>1.824</b>	<b>1.842</b>	<b>1.741</b>	<b>2.280</b>	<b>1.829</b>	<b>2.015</b>	<b>2.172</b>	<b>767</b>	<b>6.996</b>

## ANEXO 6 – Gráfico de ocupação de máquinas do setor INJEÇÃO



**ANEXO 7 – Gráfico de ocupação de máquinas do setor SOPRO**

## **ANEXO 8 – Modelo de relatório mensal para acompanhamento da OEE**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Ciências Exatas  
Departamento de Engenharia de Produção  
Curso de Engenharia de Produção  
Av. Colombo, 5790, Maringá- PR  
CEP: 87.020-900  
Fone: (44) 3011-4196