

## **Aplicação do índice de eficiência global dos equipamentos numa indústria metal-mecânica de pequeno porte**

**Clovis Gasperin (UCS) clovis.gasperin@ibest.com.br**  
**Reynaldo Chile Palomino (UCS) rcpalomi@ucs.br**

**Resumo:** *Atualmente, o IROG (índice de Rendimento Operacional Global) vem se consolidando como indicador capaz de medir a disponibilidade dos equipamentos já existentes, e conseqüentemente, a necessidade ou não da aquisição de novos equipamentos. O presente artigo tem como finalidade estudar o indicador IROG com o objetivo de verificar a sua viabilidade e eficiência para o planejamento das atividades das máquinas produtivas. O método demonstra ser eficaz, e sua viabilidade é dependente da quantidade e qualidade das informações iniciais, coerentes com as necessidades da metodologia. A utilização da metodologia IROG contribui para o conhecimento real do rendimento, eficiência da produção e disponibilidade do grupo de máquinas. Conhecendo as restrições do sistema, pode-se maximizar o processo para a empresa atingir sua meta, qual seja, auferir o maior lucro possível.*

**Palavras-chave:** *OEE, IROG, RRC, Índice de desempenho..*

### **1. Introdução**

As economias emergentes têm forçado as indústrias a procurarem novos e mais eficientes métodos de pesquisa e desenvolvimento para novos produtos, transformando o binômio qualidade/preço baixo em um artifício que poderá determinar o crescimento ou falência da empresa. Com a globalização dos mercados, a concorrência tornou-se mais acirrada, exigindo das empresas um desempenho de classe mundial.

Em decorrência do acima exposto, a maioria das companhias teve que adequar sua qualidade aos níveis dos novos e exigentes padrões mundiais. O principal objetivo de qualquer usuário de um determinado bem físico é que ele desempenhe satisfatoriamente a sua função, ou seja, faça aquilo que seu usuário quer que ele faça. Tal objetivo só é alcançado através de um projeto, instalações e utilização de matéria-prima adequada, mão-de-obra especializada e comprometida com a qualidade.

Geralmente, o operador não tem nenhuma gerência sobre os dois primeiros, porém ao acompanhar o processo fabril, preenchendo o diário de bordo (planilha onde constam informações das ocorrências verificadas durante o processo produtivo (anexo A), estará colaborando para que este objetivo seja alcançado. Enfim, a produtividade de um equipamento é inteiramente uma função da qualidade e de seu índice de desempenho.

O uso de indicadores é habitual nas empresas de grande porte, e passa a atuar como um forte indicativo de eficiência para as empresas de pequeno porte, pois o objetivo comum é aumentar a produtividade, objetivando a redução de custos operacionais. Um método denominado Eficiência Global dos Equipamentos, ou OEE, é uma medida de desempenho bastante utilizada para determinar quão eficazmente as fábricas operam os seus processos quando são programadas para produzir; mostrando com precisão, o tamanho da fábrica oculta que existe numa determinada área (COX, 2002). Descobrir a fábrica oculta (responsável pelos baixos índices de eficiência) numa determinada área produtiva, é uma boa oportunidade para aumentar a capacidade de produção atacando as perdas existentes no processo de produção.

Visando, portanto, a qualidade de seus produtos e desejando aumentar a sua produtividade e diminuir o prazo de entrega, a Metalform decidirá sobre a adoção do Índice

de Rendimento Operacional Global (IROG), objetivando saber qual a produtividade atual dos equipamentos para, assim, aumentar o ganho em todos os centros de trabalho, em especial nos centros considerados gargalos, com pouco ou nenhum investimento.

## 2. Restrições do sistema

As restrições são definidas “como qualquer ocorrência que limite um melhor desempenho de um sistema, como o elo mais fraco de uma corrente, ou ainda, alguma coisa que a empresa não tem o suficiente” (Guerreiro. 1996).

Goldratt (1997) considera que uma restrição é “algo que não temos o suficiente, a ponto de limitar o desempenho da empresa”. Portanto uma restrição é tudo aquilo que limita a performance de um sistema (no caso, a empresa) referente a caminhar em direção ao seu objetivo, sua meta.

Existem dois tipos de restrições: as restrições de recursos ou físicas e as restrições de política. A primeira, física, engloba o mercado, fornecedor, máquinas materiais, pedido, projeto, pessoas e outros recursos. O segundo tipo, política, é aquela relacionada a aspectos gerenciais e comportamentais, tais como normas, procedimentos e práticas usuais do passado. Segundo Guerreiro (1996), “em muitas situações podem não existir restrições físicas de capacidade de produção, de volume, de materiais, de demanda do mercado; porém o sistema opera de forma ineficiente em função de políticas interna de produção e logística”.

Admitindo-se que possui atividades dependentes dentro do seu fluxo de operações (caminho percorrido pela matéria prima desde a entrada até a saída), o recurso limitador das operações é a restrição do sistema. Segundo Goldratt (1997), o fluxo operacional da empresa é análogo a uma corrente e o que dimensiona a força de uma corrente é o seu elo mais fraco (restrição ou gargalo).

### 2.1. Gargalo, Não - Gargalo, Recurso com Restrição de Capacidade

O gargalo é aquele recurso cuja capacidade é igual ou menor do que a demanda colocada nele. Portanto, se a demanda excede a capacidade de produção de uma fábrica, quer dizer que ao menos existe um gargalo no processo de produção.

Um recurso não gargalo é “qualquer recurso cuja capacidade é maior do que a demanda colocada nele” (COX, 2002).

A empresa pode ter um ou mais gargalos. No tempo, o número de e a localização dos gargalos pode mudar. O gargalo que limita o ganho de um sistema inteiro é chamado de recurso com restrição de capacidade (RRC).

## 3. Índice de rendimento operacional global

### 3.1 Capacidade x demanda

A capacidade disponível do processo não pode ser avaliada sem considerarmos a demanda existente. É importante, quando da análise da necessidade de capacidade de um processo, não confundir a capacidade do processo com a demanda pelo produto da empresa.

A capacidade produtiva é obtida através da seguinte fórmula:

$$C = T \times \mu_{global} \quad (1)$$

Onde:

C = Capacidade de produção do recurso

T = Tempo total disponível para a produção

$\mu_{\text{global}}$  = Índice de eficiência global do recurso

A demanda dos produtos no ciclo produtivo é calculada pela equação:

$$D = \sum_{i=1}^n tp_i * q_i \quad (2)$$

Onde:

D=Demanda dos produtos do ciclo produtivo

$tp_i$ = Tempo de ciclo do produto i

$q_i$ = Quantidade produzida do produto i

Se a Capacidade de produção de um processo for superior a demanda dos produtos no mesmo, então este recurso não é restritivo. Sendo assim, este tipo de recurso não limita a produção, trata-se de um recurso 'lebre' e não 'tartaruga' na linguagem proposta por Ohno (1997). De outro lado, se a capacidade deste recurso for inferior a demanda dos produtos produzidos pelo mesmo, ele passa a ser um recurso restritivo e limita a produção desta linha traduzindo-se em um recurso gargalo como proposto por Goldratt (COX, 2002). Por exemplo, se a demanda por determinado produto é menor que a capacidade de produção do estágio com menor capacidade, então não existe realmente um gargalo. Apenas quando a demanda excede a capacidade em um ou mais estágios teremos um gargalo e devemos considerar a compra de equipamentos adicionais.

### 3.2 Desdobramento dos cálculos do IROG

A idéia de eficiência dos equipamentos surgiu no desenvolvimento do TPM, e especificamente a terminologia IROG - Índice de Rendimento Operacional Global foi desenvolvida por Nakajima (1988). A seguir apresentar-se-ão as equações necessárias para o cálculo das eficiências adaptadas ao posto de trabalho.

$$\mu_{\text{Global}} = \frac{\sum_{i=1}^n tp \times qi}{T_{\text{total disponível}}} \quad (3)$$

Onde:  $tp$  = tempo de ciclo ou tempo padrão de um produto

$qi$  = quantidade do produto

T = tempo total disponível

Ao analisar esta equação, observa-se que a multiplicação do tempo de ciclo de um produto pela quantidade produzida deste produto em um determinado equipamento corresponde, na realidade, ao tempo de agregação de valor deste equipamento no processo de produção, ou seja, ao tempo em que efetivamente o mesmo funcionou adicionando valor ao produto em processo. O tempo de ciclo é o tempo que um operador devidamente treinado processa uma peça em um equipamento específico, de forma a realiza-la normalmente, isto é, sem realizar esta atividade velozmente, de maneira a não conseguir manter o mesmo ritmo durante o seu período de trabalho, e sem realiza-la de forma muito lenta, como ocorre normalmente quando um operador se encontra em fase de treinamento ou não está familiarizado com a operação.

### 3.3 Avaliação dos resultados do IROG

Faz-se necessário à avaliação das eficiências dos postos de trabalho. Esta estimativa de eficiências é realizada a partir do cálculo do IROG, proposto originalmente pelos profissionais

que atuam na área da TPM (NAKAJIMA, 1988). As medidas devem ser diárias e sistemáticas.

Conceitualmente, é preciso perceber que a adoção do IROG e, principalmente a melhoria do mesmo, pressupõe uma ação integrada entre os profissionais responsáveis pela produção e manutenção, em seu sentido estrito de qualidade, processo, grupos de melhorias de troca rápida de ferramentas, não devendo ser calculado da mesma maneira para todos os postos de trabalho.

Para o cálculo do IROG das máquinas de CCR's (recursos com restrição de capacidade), é utilizado o OEE – *Overall Equipment Efficiency* – Índice de Eficiência Global. Neste caso o tempo total disponível é calculado pela subtração do tempo total das paradas programadas. Os recursos não críticos não precisam e não devem funcionar em tempo integral, na medida em que só seriam gerados estoques intermediários. O OEE deve ser entendido como a maneira na qual o sistema funcionou quando o mesmo foi requisitado para trabalhar.

$$\mu_{OEE} = \frac{\sum_{i=1}^n tp \times qi}{T_{programado}} \quad (4)$$

O IROG é calculado a partir da equação (3). É encontrado pela razão entre o somatório do tempo de uma determinada peça, multiplicada pela sua quantidade e dividido pelo tempo programado para a operação da máquina, indicando a eficácia do equipamento durante o tempo disponível para a operação.

Nos recursos com capacidade restrita (gargalo), o IROG deve assumir o conceito de TEEP – *Total Effective Equipment Productivity* – Produtividade Efetiva Total do Equipamento. A idéia é que o tempo disponível de um recurso crítico deve ser o tempo total, sem excluir nenhum tipo de parada programada. Neste caso, trata-se de calcular a produtividade real do sistema no gargalo.

$$\mu_{TEEP} = \frac{\sum_{i=1}^n tp \times qi}{T_{calendário}} \quad (5)$$

### 3.4 Método para o cálculo do IROG

As considerações acima consistem no cálculo da eficiência global dos equipamentos através da equação geral (3). Com a finalidade de identificar as principais causas das ineficiências observadas nos postos de trabalho, iremos desdobra-las, juntamente com a utilização de equações complementares, de maneira que os aspectos pontuais possam ser identificados e tratados.

A equação anteriormente apresentada para o cálculo do IROG, pode também ser expressa em função dos seguintes índices de eficiência;

$$\mu_{Global} = \mu_1 \times \mu_2 \times \mu_3 \quad (6)$$

onde:  $\mu_1$  = Índice de Tempo Operacional (ITO)  
 $\mu_2$  = Índice de Performance Operacional (IPO)  
 $\mu_3$  = Índice de peças aprovadas (IPA)

O índice de tempo operacional (ITO), é a proporção entre a operação efetiva em relação ao tempo de carga, ou seja, é o tempo programado para trabalhar em relação ao tempo que realmente trabalhou um determinado equipamento. Neste índice avalia-se o quanto às paradas não programadas representam para a produção.

$$\mu_1 = ITO = \frac{\text{Tempo de carga - paradas programadas e não programadas}}{\text{Tempo de carga}} \quad (7)$$

ou;

$$\mu_1 = ITO = \frac{\text{Tempo operacional}}{\text{Tempo de carga}} \quad (8)$$

onde o tempo de carga é igual ao tempo total menos as paradas planejadas. Dentro das paradas planejadas temos:

- 01 – parada para almoço.
- 02 – descanso.
- 03 – Reunião.
- 04 – manutenção planejada

De acordo com a tabela do anexo A, as possíveis paradas programadas e não programadas (por códigos) ocasionadas por ocorrências externas são:

- 05 - Comunicação: Atraso na comunicação de novo pedido.
- 06 - *Setup* Externo: Ferramenta que necessita de preparação externa
- 07 - Abastecimento: Falta/atraso no fornecimento de matéria prima na empresa.
- 08 - Energia Elétrica: Interrupção no fornecimento de energia elétrica na empresa.
- 09 - Ar: Ausência de ar na empresa.
- 10 - Água/óleo: falta/insuficiência de água/óleo na empresa.
- 11 - Alteração Programação: Mudança de ordem de produção/quantidade de itens
- 12 - Limpeza: Limpeza de peças com sujidade/oxidação
- 13 - Aquecimento: Inoperância do sistema de aquecimento/caldeiras

O índice de performance operacional (IPO), serve para verificar se o equipamento está operando realmente com a velocidade determinada.

Caso esteja operando com queda de velocidade, determina-se o grau desta perda da seguinte maneira:

$$\mu_2 = IPO = \frac{\text{Tempo operacional} - \sum \text{queda de velocidade}}{\text{Tempo operacional}} \quad (9)$$

Algumas das causas internas que causam a queda de velocidade são:

- 14 - Ajustes: Tempo necessário para Ajustar o processo/equipamento
- 15 - Defeito Pneumático: Falha do sistema pneumático do equipamento
- 16 - *Setup*: Troca de ferramenta
- 17 - Falta Abastecimento: Falta de Peças para a próxima etapa
- 18 - Ausência de operador: Falta do operador para executar a tarefa
- 19 - Defeito Elétrico: Pane elétrica no equipamento
- 20 - Defeito Hidráulico: Falha do sistema hidráulico do equipamento
- 21 - Alteração Programação: Alterar a programação de operação na mesma máquina
- 22 - Limpeza: Limpeza do Equipamento
- 23 - Manutenção Mecânica: Manutenção a ser executada no equipamento
- 24 - Transporte: Movimentação de peças durante a produção
- 25 - Retrabalho: Retrabalho de peças com problema de qualidade

E finalmente, o índice de peças aprovadas (IPA), avalia o nível de rejeição da produção de um lote, equipamento ou setor. É a relação entre peças aprovadas, subtraídas as peças rejeitadas/retrabalhadas, dividida pelas peças produzidas em um determinado tempo.

$$\mu_3 = \text{IPA} = \frac{\sum \text{Peças produzidas} - \sum \text{Peças rejeitadas/Retrabalhadas}}{\sum \text{Peças produzidas}} \quad (10)$$

É muito comum a direção supor que, a eficiência global da empresa gira em torno de 80% a 100% (HANSEN, 2002), porém ao fazer uso deste cálculo constatar que está muito a quem destes valores.

Empresas que fazem uso deste cálculo conseguem reduzir suas paradas, aumentar seu nível de qualidade e assim podem redimensionar seus equipamentos. Pode haver casos onde antes da utilização destes índices, a direção da empresa constata a necessidade de adquirir novos equipamentos, porém após a aplicação do cálculo do IROG, a planta fabril não só atenda as metas, como as supere.

Qual o índice global que pode ser considerado como referência?. Empresas japonesas que utilizam este cálculo há bastante tempo, consideram que um Índice de Rendimento Operacional Global acima de 85% significa um nível baixo de rejeição, um bom aproveitamento do tempo disponível e uma performance satisfatória de produção. No início, manter altos índices é uma tarefa árdua, porém com o passar do tempo e o combate a principais perdas, a eficiência global começa a se estabilizar. Salienta-se que este recurso somente serve para calcular a eficiência da máquina e não do operador.

Conseguindo-se suprir essa grande necessidade das empresas, que é conhecer/identificar a real capacidade de suas máquinas e equipamentos, é um grande passo para o aumento de sua competitividade diante de um mercado/contexto, onde se deve mais do que nunca trabalhar na redução de todos os tipos de desperdícios (GHINATO, 1996).

#### 4 Estudo de caso

Na busca pela satisfação contínua de seus clientes, procurando tornar-se ainda mais competitiva no segmento de utilidades domésticas, a Metalform Formas Especiais em Metal Ltda está saindo à frente de seus concorrentes, utilizando-se de novas tecnologias para a melhoria de seus produtos, otimizando a utilização dos ativos (equipamentos, instalações e pessoal) da empresa, aumentando assim, a capacidade e a flexibilidade do seu sistema produtivo. Até então não era utilizado nenhum indicador de produtividade e eficiência.

Neste enfoque, esta sendo introduzindo uma nova configuração para avaliar a real eficiência de cada equipamento, através dos dados coletados no diário de bordo, conforme demonstrado no anexo A.

A empresa Metalform-Formas Especiais em Metal Ltda, conta com um *mix* de vinte e um produtos, destacando-se entre eles os apresentados na tabela 1.

TABELA 1- Principais produtos e sua representatividade

<b>Produtos</b>	<b>% de Representatividade</b>
Suporte de parede para televisão e vídeo	31,84
Suporte de parede para forno microondas	22,47
Suporte de parede para televisão	20,49
Rack tubular para televisão e vídeo	8,10
Fruteira	5,04
Tabua de passar roupas	4,90
Varal de parede/chão para roupas	4,01
Outros	3,15

Fonte: Metalform

O desempenho do sistema produtivo foi realizado através do levantamento de dados realizado em três máquinas, CCR's, que compõem o processo de manufatura, onde se observaram suas características, evidenciando o setor de pintura, onde a existe a formação de estoques intermediários, como sendo este o gargalo do processo.

Para mensurar a eficiência do setor de pintura, após a coleta do diário de bordo (ver anexo A) preenchido pelos operadores, deu-se início a contabilização dos resultados com o objetivo de conhecer explicitamente o IROG deste equipamento.

Os dados foram lançados numa planilha construída para a execução desta avaliação (ver anexo B). Os indicadores calculados pela forma geral estão dispostos a seguir:

O cálculo do OEE pela equação 4 é:

$$\mu_{\text{OEE}} = \frac{298}{528} = 56\%$$

Da mesma forma o cálculo do TEEP pela equação 5 é:

$$\mu_{\text{TEEP}} = \frac{298}{528 + 60} = 51\%$$

Para identificar as principais causas das ineficiências observadas nos postos de trabalho, torna necessário o desdobramento das equações acima citadas que, juntamente com a utilização de equações complementares, demonstraram os aspectos pontuais para que possam ser identificados e tratados. Com este índice avalia-se o quanto representa o tempo de parada ocasionada por causas externas, segundo a equação 7.

$$\mu_1 = \text{ITO} = \frac{528 - 195}{528} = 63\%$$

Na mesma seqüência, a equação 8 fornece o desempenho do equipamento com relação a velocidade produtiva:

$$\mu_2 = \text{IPO} = \frac{333 - 65}{333} = 80,48\%$$

A produção que realmente interessa é a de produtos totalmente aprovados, mas sabemos que isto não ocorre na sua totalidade. Para conhecer o percentual de produtos que atende esta condição, utilizaremos a equação 9.

$$\mu_3 = \text{IPA} = \frac{371 - 2}{371} = 99,5\%$$

Com os três índices  $\mu_1$ ,  $\mu_2$ ,  $\mu_3$  conhecidos, empregaremos a equação 6 para saber qual o Índice de Rendimento Operacional Global deste equipamento;

$$\mu_{\text{Global}} = 63\% \times 80,48\% \times 99,5\% = \mathbf{50,45\%}$$

O valor médio do índice de rendimento Operacional global referente às anotações no diário de bordo durante um período de quinze dias de produção foi:

$$\mu_{\text{Período}} = \frac{\sum \mu_{\text{global}}}{n^{\circ} \text{ de amostras}} = 49,56$$

O índice adotado por empresas de classe mundial é de 85% (HANSEN; 2006), no caso em estudo chegou-se a um valor de  $\mu_{\text{Global}} = 49,56\%$ , o que representa um valor muito baixo, mesmo para uma empresa de pequeno porte.

Os índices podem traduzir desde eficiências instantâneas, e até, eficiências por períodos pré-estabelecidos.

Desta maneira, os resultados do Índice de Rendimento Operacional Global do processo produtivo obtidos anteriormente, serviram de base para indicar quais as melhorias específicas que serão implementadas para aumentar o IROG deste equipamento e de quanto foi este aumento.

## 5 Conclusões

A metodologia do IROG -Índice de Rendimento Operacional Global- foi desenvolvido no campo da produção, apoiada sobre uma base de conceitos, princípios e procedimentos, para que a Gestão dos Postos de Trabalho possa, ao mesmo tempo, gerenciar um conjunto de medidas que objetivam a otimização dos processos produtivos e, administrar as restrições, quando a demanda do mercado for maior que a capacidade do recurso.

A metodologia pragmática proposta neste trabalho, utiliza-se essencialmente dos conceitos consagrados em termos da TPM, GPT e do Sistema Toyota de Produção. Numa empresa haverá sempre um ou mais recursos que limitam seu fluxo máximo, assim como numa corrente há sempre o elo mais fraco. Para poder aumentar o desempenho do conjunto ou a resistência da corrente torna-se primordial e necessário conhecer a restrição do sistema, ou o elo mais fraco.

O índice é de fundamental importância para quantificar o impacto e, quais equipamentos contribuem para frear o resultado da empresa. Deve-se administrar a capacidade do sistema, considerando seus limites na decisão a ser tomada. Também é necessário ter em mente que o que limita a capacidade do sistema são suas restrições.

No atual ambiente de mudanças rápidas, é essencial considerar que a solução final não existe, somente existem soluções importantes.

Uma solução importante quando implementada, terá um drástico impacto na empresa, alterando sua conduta e desempenho de forma positiva.

Com o intuito de melhorar a produtividade na empresa, após a elaboração de um plano de ação para a coleta de dados que irão sustentar a aplicação da metodologia IROG, algumas melhorias foram praticadas de forma experimental e já estão surtindo efeitos positivos, dentre as quais podemos citar: a instalação de uma cobertura para a proteção dos tubos e chapas, quando de sua chegada, evitando a oxidação gerada pela ação direta das intempéries, até a sua utilização, e com isto reduzindo os custos e os tempos de limpeza.

Outra melhoria consiste na instalação de um controlador de tempo *timer* para o acionamento do sistema de aquecimento dos tanques de desengraxe, que após atingir a temperatura de trabalho, aciona a talha para a imersão das peças que serão pintadas. O término desta operação se dá com o início do expediente produtivo. Com esta melhoria no processo, ganha-se duas horas e trinta minutos em produção, no gargalo.

A utilização de um reservatório maior e a coleta da tinta após o termino do processo, representam uma redução do tempo de *setup*, a instalação de uma segunda pistola de pintura, e a capacitação de outro operador, para atender nos momentos em que haja formação de estoque intermediário esperando a operação seguinte, representam aumento de produtividade.



As observações realizadas no processo para a melhoria dos tempos são realizadas com investimentos irrisórios, otimizando o uso das máquinas gargalo.

Na industria é muito importante gerir da forma mais eficaz possível os Índices de Rendimento Operacional Global, com a finalidade de identificar e tratar de forma pontual as causas das ineficiências.

Para que isto possa ser realizado na prática é necessário compreender de forma ampla os sistemas produtivos, identificando as principais restrições do mesmo (gargalos, CCR's e postos com problemas de qualidade).

O assunto IROG não está concluído. Com a iniciativa da empresa em aplicar indicadores para conhecer o atual índice de produtividade de seus equipamentos, torna-se necessário reavaliar o processo e efetuar as devidas correções, pois se trata de um sistema moderno e, pela primeira vez implementada em uma empresa de pequeno porte.

### 3. Referências Bibliográficas

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente *just-in-time***. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996.

GOLDRATT, ELIYAHU M.; COX, JEFF. **A meta**. 12ª Ed. São Paulo: Educator, 1997

GUERREIRO, REINALDO. **A meta da empresa: seu alcance sem mistérios**. São Paulo: editora atlas, 1996.

HANSEN, ROBERT C. **Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para aumento dos lucros**. Tradução de Altair Flamarion klippel. Porto alegre: bookman, 2006. 264 p. Título original: Overall equipment effectiveness: a powerfull producton/maintenance tool for increased profits.

COX III, JAMES F.; SPENCER, MICHAEL S. **Manual da teoria das restrições**. Tradução de José Antônio Valle Antunes Jr e Marcelo klippel. Porto alegre: bookman, 2002. 280 p.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção: além da produção em grande escala**. Tradução de Cristina Schumacher - Porto Alegre: artes Médicas 1997. Título original: Toyota production system: beyond large-scale production.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM – total Productive Maintenance**. Cambrige, MA: Productivity Press, 1988.

**Anexo A**

Diário de Bordo						Turno	Ocorrências Externas (faltas)
Maq./Equip.							5 Abastecimento Externo
							6 Água/Óleo
							7 Alteração Programação
Dia	Hora Início	Hora Término	Hora Início Parada	Hora Fim Parada	Total min. Parada	Ocorrência	8Ar
							9 Aquecimento
							10 Comunicação
							11 Energia Elétrica
							12 Setup Externo
							13 Limpeza
							14 Ajustes
							<b>Ocorrências Internas (faltas)</b>
							15 Ausência do Operador
							16 Defeito Elétrico
							17 Defeito Hidráulico
							18 Defeito Pneumático
							19 Falta Abastecimento
							20 Limpeza
							21 Manutenção Mecânica
							22 Preparação Equipamento
							23 Retrabalho
							24Setap
							25 Transporte
							26 Troca Gabarito
							* Redução de Velocidade
							Produção Unidades:
							Produção Defeituosa
							Operador:
							Mês/Ano:
							Sugestão:

**Anexo B – Dados obtidos num dia de trabalho**

Tempo de Operação	Turno Horas		Paradas Planejadas (min.)				ITO = Índice tempo Operacional													IPO = Índice Performance Operacional													Produtos com Defeito	Quantidade de Itens Produzidos
	DE:	A:	m1													m2																		
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
30	07:30	08:00																									10		23					
60	08:00	09:00										45																	18					
60	09:00	10:00								15														15					43					
60	10:00	11:00																								10		46						
60	11:00	12:00																										70						
60	12:00	13:00	60																									0						
60	13:00	14:00					60						30															0						
60	14:00	15:00					30																15					35						
60	15:00	16:00																								15		55						
78	16:00	17:18										15																81						
<b>588</b>	<b>TOTAL</b>		<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>2</b>	<b>371</b>				
			<b>60</b>				<b>195</b>									<b>65</b>																		

$\mu_1 = \text{ITO}$	tempo de carga
<b>63%</b>	528

$\mu_2 = \text{IPO}$	Tempo operacional
<b>80%</b>	333

<b>OEE</b>	<b>TEEP</b>
56%	51%

$\mu_3 = \text{PIA}$	total de produtos bons
<b>99,5%</b>	369

$\mu_{\text{Global}}$
50,5%