

Implantação da ferramenta OEE (eficiência global do equipamento) na linha de pintura, em uma indústria metalúrgica

Juliano Desiombra (UTFPR) julianodesiombra@hotmail.com
Rosa Cristina Hoffmam (SECAL) profrosa.secal@gmail.com

Resumo:

O presente trabalho teve por objetivo geral avaliar como ocorreu o processo de implementação de OEE (eficiência global do equipamento) em uma empresa metalúrgica de grande porte. Este trabalho foi desenvolvido através das pesquisas: bibliográficas, exploratórias, quantitativas, qualitativas, pesquisa ação e documental. O desenvolvimento desta pesquisa descreve as etapas de implantação da ferramenta OEE sendo desde a teoria em sala até a aplicação das equações para o desenvolvimento dos cálculos de perdas, disponibilidades e eficiências.

Palavras-chave: Equipamento, OEE, Perdas.

Deployment tool OEE (Overall Equipment Efficiency) case study in a large steel company.

Abstract

The present study aimed at evaluating how was the process of implementing OEE (overall equipment efficiency) in a large steel company. This work was developed through research: literature, exploratory, quantitative, qualitative, action research and documentation. The development of this research describes the steps to deploy the tool being OEE from classroom theory to the application of the equations to develop the calculations of losses, availability and efficiency.

Key-words: Equipment, OEE, Losses.

1. Introdução

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

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

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

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

As inovações podem determinar o futuro da empresa, atraindo respostas aos problemas, os

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

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

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

2. Manutenção produtiva total (TPM), início da OEE – eficiência global do equipamento.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Eficiência global do equipamento – OEE

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

Os apontadores de OEE definem os apontamentos estabelecidos na implementação da metodologia TPM, os melhores resultados estão estritamente ligados ao aumento produção e qualidade, estimulados por redução de defeitos durante o processo de produção (CHIARADIA, 2004). A seguir o quadro 1, apresenta os fatores determinantes do OEE.

Quadro 1- Fatores determinantes do OEE

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

Fonte: Moraes, 2004, p.45

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

O indicativo de disponibilidade do equipamento demonstra a porcentagem de tempo em que o

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

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

Equação 1 - Demonstrativo da formula para encontrar a disponibilidade.

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

Sendo: o total de tempo na programação do equipamento, sendo usado o tempo baseado na teoria de um processo de produção, ficando dividido em duas bases de cálculo um para: paradas planejadas, e outro para paradas não planejadas.

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

Equação 2 - Demonstrativo da equação de desempenho.

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

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

Equação 3 - Demonstrativo da equação de qualidade.

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

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

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

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

5. Estudo de caso

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

5.1 Descrição da empresa

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

6. Começo da implantação da ferramenta OEE

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

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

O objetivo da implantação da ferramenta OEE, foi gerenciar o tempo perdido na linha de pintura, e junto a isso treinar e desenvolver um instrutor interno no uso da ferramenta OEE, visando que esta linha é responsável por pintar 33% de todos os produtos da empresa.

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

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

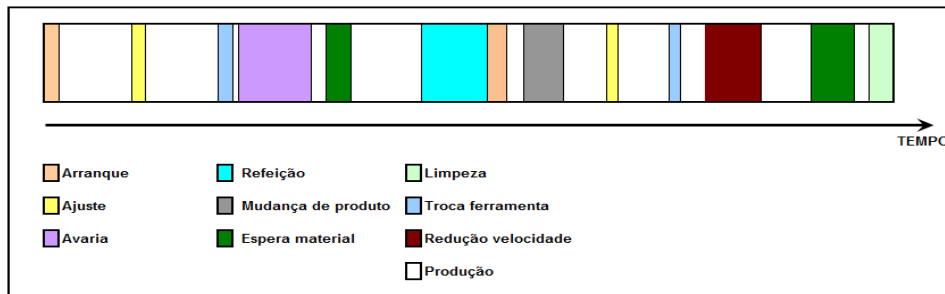
Através da investigação feita no setor por integrantes do Projeto OEE, evidenciou através dos resultados absoldidos o planejamento e execução de atividades complementares, para resolver os principais problemas.

6.1. Teoria em sala para integrantes do projeto de implantação da OEE

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

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

Figura 1 - Linha do tempo especificando a disponibilidade do equipamento:



Fonte: Escopo de projetos da empresa – paint

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

6.2. Cálculo do OEE na linha de pintura

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

Tempo planejado de produção= 60 min.

Tempo de parada não planejado= 3,48 min. (1,6 barras perdidas)

Perda de ritmo = 12,6 barras.

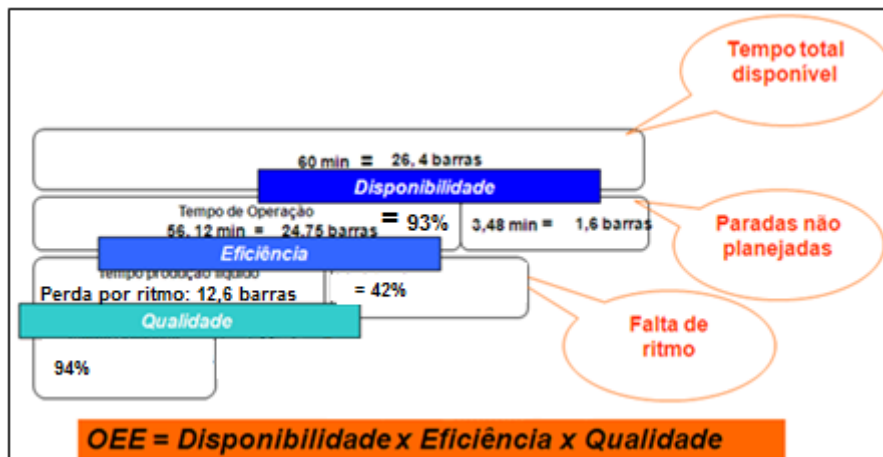
Unidade de barras foi à melhor opção para base de cálculos de eficiência.

Porcentagem de qualidade obtida em testes: 94%

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

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

Organograma 1 - Tempos e perdas:



Fonte: Escopo de projetos da empresa - word

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

6.3. Perdas encontradas

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

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

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

A equação 4 mostra o processo de cálculo do índice de disponibilidade:

Equação 4 - Disponibilidade

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

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

As perdas ocorridas foram avaliadas em 1,6 barras conforme a equação 5.

Equação 5 - Perdas

$$3600 \text{ (total)} - 3372 \text{ (perda com paradas não planejadas)} = 228''$$

$$\text{Perdas} = \frac{26,4 \text{ (disponibilidade)}}{3600''} = 0,0073333 \times 228'' \text{ (referente a perda em segundos)}$$

$$= 1,6 \text{ barras perdidas}$$

A equação 5 representa o cálculo para encontrar as perdas, 26,4 barras representam o número que poderia ser passado pela estufa em 3600 segundos, na fórmula obteve-se 0,0073333 barras por segundo multiplicadas por 228 segundos referentes as perdas com paradas não planejadas, que acontecem no decorrer do processo produtivo, sendo elas: espaço vazio, manutenção, erro de programação.

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

Equação 6 - Eficiência

$$\frac{12,6 \text{ (média de barras perdidas por manutenção, espaço e processo)}}{24,8 \text{ (barras disponíveis)}} \times 100$$

$$= 50,8\% \text{ de perdas} - 93\% \text{ disponível} = 42\% \text{ de eficiência}$$

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

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

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

7. Ações com base nos resultados da ferramenta OEE

A partir dos demonstrativos gráficos pode-se estabelecer tomadas de decisões mais coerentes, intensificando as ações da supervisão em relação a perdas e contratação de novos funcionários, a fim de eliminar o espaço vazio da linha e aumentar a desempenho do

equipamento.

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

Todos os apontamentos especificados pela ferramenta OEE, demonstrou grande interesse por parte da supervisão, sendo utilmente utilizadas para solucionar diversos problemas quais antes não eram vistos por falta de informações precisas.

8.Considerações finais

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

Apontamento das falhas de processo produtivo.

Perdas do equipamento.

Resultados trazidos pela OEE.

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

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

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

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

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

Referências

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

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

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

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

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

RON, A. J., ROODA, J. E.; *Equipment Effectiveness: OEE Revised. Transactions on semi-conductor manufacturing*, Volume18, No.1, 2005.

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

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