

# IMPLANTAÇÃO DO ÍNDICE DE EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS NO SETOR DE USINAGEM

## IMPLEMENTATION OF THE GLOBAL EFFICIENCY EQUIPMENT IN THE MACHINING SECTOR

João Victor Giavina de Almeida Leite<sup>1</sup>

Syntia Lemos<sup>2</sup>

Gislaine Camila Lapasini Leal<sup>3</sup>

**Resumo:** O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) foi desenvolvido com a finalidade de quantificar o desempenho dos equipamentos e ser uma métrica de melhoria contínua. A metodologia empregada foi o estudo de caso. O artigo relata os resultados obtidos em relação à identificação, quantificação e direcionamento dos principais problemas que influenciam a eficácia dos equipamentos a partir da implantação do OEE em uma empresa metalmeccânica de Maringá-PR.

**Palavras-chave:** Seis grandes perdas do equipamento. *Overall Equipment Effectiveness*.

**Abstract:** The Overall Equipment Effectiveness (OEE) was developed in order to quantify the performance of the equipment as well as a metric of continuous improvement. The methodology used was the case study. The paper reports the results obtained in relation to the identification, quantification and direction of the main problems that influence the effectiveness of the equipment from the implementation of OEE in a metalworking company in Maringa-PR.

**Keywords:** Six big losses. *Overall Equipment Effectiveness*.

## 1 INTRODUÇÃO

O uso dos recursos de uma fábrica de forma eficiente tem se apresentado como um dos maiores desafios das empresas nos últimos anos. Hansen (2006) denomina como ‘fábrica oculta’ todo o potencial da capacidade de produção instalado e não utilizado pela fábrica por conta do baixo índice de eficiência no uso destes maquinários. Neste contexto, surge o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) como uma ferramenta para medir o desempenho real de um equipamento, rastreando atividades que não agregam valor ao produto, ou seja, geradoras de custos.

O índice OEE é considerado por Hansen (2006) como um dos indicadores mais importantes na medição do desempenho da fábrica. Este índice mostra a grandeza da “fábrica oculta” e é facilmente calculado. Ele mede a capacidade produtiva dentro do tempo de programação e exclui os tempos não programados.

Hansen (2002) afirma, ainda, que o indicador reflete uma ideia da capacidade da linha como um todo, podendo analisar detalhadamente os processos de produção. Ele pode indicar o aumento dos lucros da empresa e de produtividade, e, se mostra útil para a análise de gargalos por toda a linha de fabricação.

Neste sentido, este artigo apresenta um estudo de caso da implantação do OEE em uma indústria metalmeccânica localizada no norte do Paraná.

Este texto encontra-se estruturado em seis seções, além desta introdutória. A Seção 2 apresenta os conceitos fundamentais no estudo do índice de eficácia global do equipamento, expondo as seis grandes perdas do equipamento e a forma de cálculo do OEE. Na Seção 3

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá. jvgaleite@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Produção. syntialceng@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Produção. gclleal@uem.br

apresenta-se o método utilizado neste trabalho. A Seção 4 descreve o estudo de caso, detalhando o roteiro de implantação da ferramenta. Na Seção 5 os resultados obtidos e as discussões são destacados. Por fim, na Seção 6, são apresentadas as considerações finais, destacando as contribuições, dificuldades e limitações.

## 2 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE)

A Manutenção Preventiva Total (TPM) vai muito além de uma forma de se fazer manutenção, é uma filosofia gerencial, atuando na forma organizacional, no comportamento das pessoas, e na forma com que tratam os problemas diretamente ligados aos processos produtivos (MARTINS; LAUGENI, 2005). Dentro deste contexto o índice de eficiência global do equipamento pode ser considerado uma combinação de operação, manutenção e gerenciamento dos equipamentos e recursos de manufatura (DAL *et al.*, 2000).

O OEE foi desenvolvido com a finalidade de quantificar o desempenho dos equipamentos e ser uma métrica de melhoria contínua. Silva (2013) destaca que esse índice é uma ferramenta que auxilia no planejamento da capacidade produtiva, no controle do processo, na melhoria de processo e no cálculo do custo das perdas de produção.

Silva (2013) afirma, ainda, que o OEE é um sistema de detecção das perdas do equipamento, e não um sistema de rateio de avarias. Ele exprime a eficácia do equipamento numa métrica simplificada, permite avaliação dos efeitos das ações de melhoria desenvolvidas e permite a identificação e quantificação dos problemas detectados de uma forma padronizada. O OEE mostra a fábrica oculta que existe dentro das unidades fabris, indicando os custos ocultos que os desperdícios provocam.

Pillmann (2004) defende que o OEE identifica os potenciais de melhoria da eficiência da fábrica, esses pontos estão associados às perdas existentes no equipamento as quais direcionam as equipes de trabalho para a melhoria contínua da eficiência dos equipamentos. Santos (2009) destaca que o OEE é um indicador agregado e recomendado para organizações onde o volume de produção é alto, ou seja, organizações com capacidade produtiva muito alta e desperdícios ou perdas são caras em termos de capacidade.

Para Chiaradia (2004), identificar as perdas do processo produtivo é a principal característica para o cálculo do OEE, algumas limitações das empresas para identificar essas perdas acabam impedindo a utilização da capacidade máxima dos equipamentos.

Segundo Nakajima (1989) o OEE é um índice obtido por meio da estratificação das seis grandes perdas do equipamento e calculado com base no produto dos índices de disponibilidade, eficiência e qualidade.

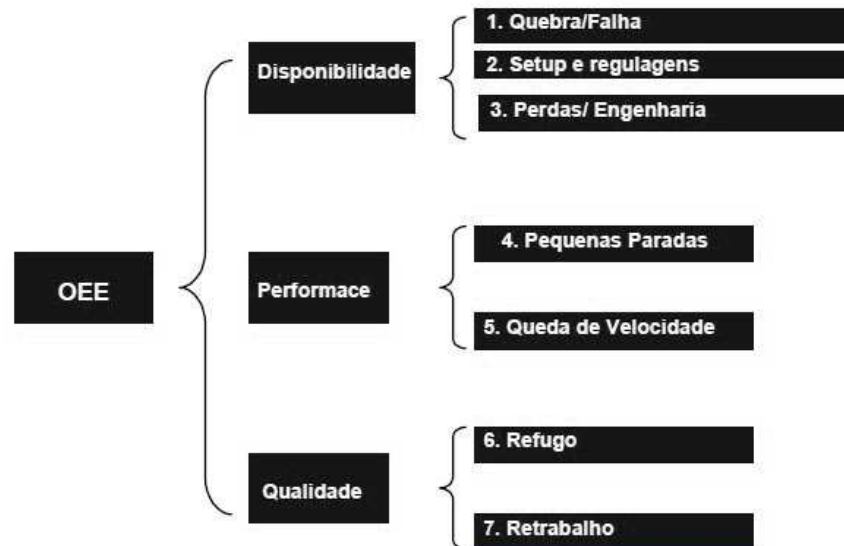
As perdas de disponibilidade são divididas em perdas de avarias e perdas por *setup*. As perdas de avarias são caracterizadas por qualquer tipo de parada da função relacionado à falha do maquinário, ou seja, qualquer avaria elétrica, mecânica, pneumática, quebra de ferramentas, manutenção corretiva e qualquer outro tipo de parada que faça a interrupção da produção. As perdas por *Setup*, regulagens e outras paradas referem-se ao tempo perdido para a preparação e mudança de ferramenta, falta de operador, falta de material e qualquer outro tipo de parada superior 5-10 minutos.

As perdas de eficiência podem ser relacionadas a pequenas paradas ou por redução de velocidade. São classificadas como perdas de pequenas paradas, as paradas com valores inferiores a cinco minutos, que são normalmente caracterizadas pela interrupção da alimentação ou no próprio sistema de produção. Já as perdas por redução de velocidade são caracterizadas como o não atendimento a velocidade de ciclo padrão, portanto o tempo de ciclo real é superior ao desejado.

As perdas de qualidade são estratificadas em perdas por retrabalho e refugos e perdas de arranque. A primeira refere-se ao não atendimento das especificações do projeto do

produto, ou seja, a produção de produtos não conformes, o que ocasiona que o tempo gasto para a produção daquele produto foi perdido, uma vez que o mesmo deverá ser descartado ou reprocessado. As perdas de arranque dizem respeito ao tempo perdido na produção de produtos não conformes durante o período posterior ao de *setup*. Ocasionado por erros de afiação, regulagens ou qualquer outro tipo de arranque.

A Figura 1 ilustra as grandes perdas dos equipamentos.



**Figura 1.** Grandes Perdas dos Equipamentos

Silva (2013) afirmou que as seis grandes perdas do equipamento não consideram as paradas planejadas de produção, tais como: tempo de reuniões, tempo de refeições, tempo de formação do operador, manutenção preventiva, testes de produção, e qualquer outro tipo de parada que esteja planejada na produção.

A Tabela 1 exemplifica as metas de melhoria para as perdas segundo Nakajima (1989).

**Tabela 1.** Metas de melhoria para as perdas

| Tipo de Perda                         | Meta      | Explicação                                 |
|---------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|
| 1-Quebras                             | 0         | Reduzir a zero em todo o equipamento       |
| 2- Setup e ajustes                    | Minimizar | Reduzir para menos de 10 min.              |
| 3- Ociosidade e pequenas paradas      | 0         | Reduzir a zero em todo o equipamento       |
| 4- Redução de velocidade              | 0         | Tempo de ciclo atual = tempo de engenharia |
| 5- Defeitos de qualidade e retrabalho | 0         | Aceitar somente ocorrências mínimas        |
| 6-Startup                             | Minimizar |                                            |

Fonte: Adaptado de Nakajima (1989).

O índice OEE é obtido por meio da relação entre os três fatores de disponibilidade, eficiência e qualidade. O **Índice de disponibilidade** é obtido a partir da divisão entre o tempo bruto de produção pelo tempo de Operação. O tempo de Operação é a diferença entre o tempo total de produção e as paradas planejadas de produção. E ele indica todo o tempo disponível para a produção. O tempo bruto de operação, por sua vez é a diferença entre o tempo de operação pelas perdas de disponibilidade, indica o tempo realmente disponível para a produção.

$$\text{Índice de disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Operação} - \text{Perdas de Disponibilidade}}{\text{Tempo Operação}} \quad (1)$$

O **Índice de Eficiência** é calculado por meio da divisão entre o tempo real de produção e o tempo bruto de produção. O tempo real de produção é a diferença entre o tempo bruto de produção e as perdas de eficiência. Ele indica se o tempo de ciclo está sendo seguido.

$$\text{Índice de Eficiência} = \frac{\text{Tempo Bruto} - \text{Perdas de Eficiência}}{\text{Tempo Bruto}} \quad (2)$$

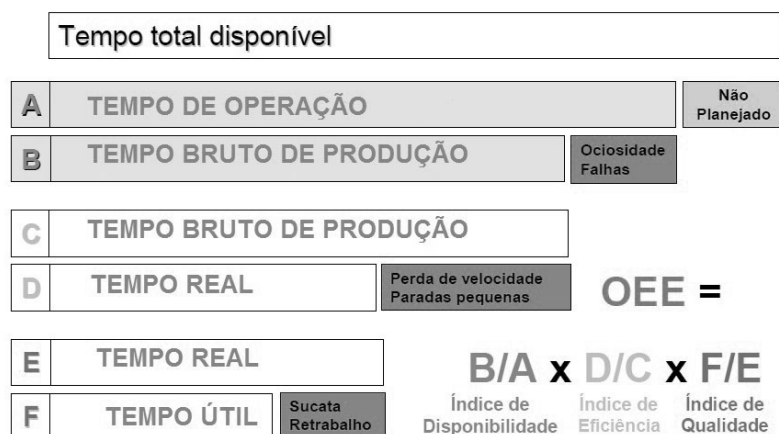
O **Índice de Qualidade** é obtido pela relação entre o tempo real e o tempo útil de produção. O tempo útil é a diferença entre o tempo real de produção e as perdas por qualidade. Indica a capacidade do processo em produzir produtos conformes.

$$\text{Índice de qualidade} = \frac{\text{Tempo Real} - \text{Perdas de Qualidade}}{\text{Tempo Real}} \quad (3)$$

O Índice OEE é obtido a partir da multiplicação dos índices descritos acima. Outra forma de se obter o valor do OEE é a divisão entre o tempo útil de produção pelo tempo de operação

$$\text{Índice OEE} = \frac{\text{Tempo útil}}{\text{Tempo Operação}} \quad (4)$$

A Figura 2 destaca os tempos envolvidos no cálculo do OEE.



**Figura 2.** Cálculo do OEE

Posteriormente ao cálculo do OEE, devem-se analisar as perdas e direcionar as ações em busca do aumento do índice OEE. Hansen (2006) aponta que as empresas com valor do OEE menor que 65% estão em situação inaceitável e precisam de mudanças rapidamente. Empresas com valores entre 65% e 75% o processo é considerado bom, para valores entre 75% e 85% o processo é muito bom e acima de 85% são empresas de classe mundial. Para Nakajima (1989) o OEE de 85% deve ser estipulado como meta ideal para os equipamentos. Para obter-se este valor é necessário que disponibilidade tivesse 90%, eficiência 95% e qualidade 99%.

Nakajima (1989) propôs, inicialmente, o uso das métricas OEE para medir os equipamentos individualmente, entretanto, devido ao aumento de seu uso na indústria, e da comprovação de sua validade como ferramenta de medição de performance, qualidade e disponibilidade, o escopo de sua utilização foi sendo cada vez mais ampliado. Posteriormente, Sherwin (2000) propôs o uso do OEE como ferramenta para medir o desempenho de um processo completo. Já Nachiappan e Anantharam (2006), apresentam um conceito diferente e utilizaram as métricas OEE para a análise de desempenho de uma linha contínua de manufatura, por meio do conceito de *Overall Line Effectiveness* (OLE).

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho foi desenvolvido em três partes sendo que a primeira etapa se consistiu em uma revisão bibliográfica sobre o indicador OEE e as seis grandes perdas do equipamento, o que forneceu o embasamento teórico para a orientação e o desenvolvimento da parte prática deste estudo.

A segunda parte, um estudo de caso, tratou da descrição da empresa a ser estudada, e a implementação do OEE, a qual se dividiu em três principais etapas. A primeira etapa de implementação do OEE foi a do mapeamento do processo, *in loco*, analisando todas as operações e os tipos de paradas dos maquinários. Essa análise baseou-se no uso de fluxogramas e folhas de verificação.

A segunda etapa foi a de cronometragem do tempo das operações identificadas na primeira etapa, dividindo as etapas em unidades de tempo para facilitar a identificação das atividades.

A terceira foi o desenvolvimento do instrumento de coleta de dados. Foram elaboradas folhas de verificação piloto. Essas folhas foram analisadas e testadas até que se chegasse a uma folha de verificação adequada para a coleta de dados.

Após a implementação do índice de eficiência global dos equipamentos (OEE), os dados encontrados foram apresentados, e metas foram estabelecidas para a continuidade de monitoramento do processo.

A última etapa se concentrou em apresentar e discutir os resultados iniciais e posteriores à implantação, além de apresentar as contramedidas tomadas em forma de plano de ação.

### 4 ESTUDO DE CASO

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa estudada é do ramo de metalmecânica, e se situa no norte do Paraná. É uma empresa de pequeno porte com aproximadamente 80 colaboradores. A política de qualidade da empresa é “garantir confiabilidade de produtos e processos através de melhoria contínua, aumentando a sustentabilidade da empresa no mercado”, a partir disso o uso do OEE é potencializado como uma ferramenta de vantagem de mercado pela empresa.

A empresa possui duas linhas de produção, a linha leve e a fundida. Este trabalho analisou a linha de produção de fundidos, pois a mesma apresenta menor variedade de produtos, processos e maquinários, ou seja, maior facilidade de implantação. Os produtos da linha de fundidos se iniciam no processo de fundição de areia verde e, posteriormente, são levados ao setor de usinagem para serem processados em duas etapas. O setor de usinagem continha no início deste trabalho três tornos (um quarto torno foi adquirido durante este trabalho), dois operadores por turno (um operador para duas máquinas) e dois turnos.

#### 4.2 IMPLANTAÇÃO DO OEE

A implantação do índice de eficácia global do equipamento teve como principal objetivo a detecção das principais perdas dos maquinários no setor, através desse indicador esperava-se encontrar e posteriormente eliminar desperdícios ocultos até então. A implantação possuiu como objetivo secundário melhorar a medição da eficiência dos colaboradores e do setor. Este trabalho se deu durante os meses de novembro de 2013 a maio de 2014.

A implantação se iniciou com a identificação das operações, tarefas e atividades realizadas pelos operadores, os quais operavam dois tornos. Este mapeamento apresentou 10

operações, dentre as quais tinham preparação da matéria prima, abastecimento dos maquinários, avaliação qualitativa dos produtos, estocagem do mesmo e limpeza do maquinário. As atividades foram analisadas entre atividades que agregam valor, necessárias sem agregar valor, e desperdícios.

A atividade que agregava valor era o tempo de máquina, portanto um estudo de tempos foi realizado no abastecimento do maquinário de todos os produtos da linha. A gerência, em posse destes dados, determinou que o tempo de processamento total deveria ser o tempo de máquina mais 30 segundos.

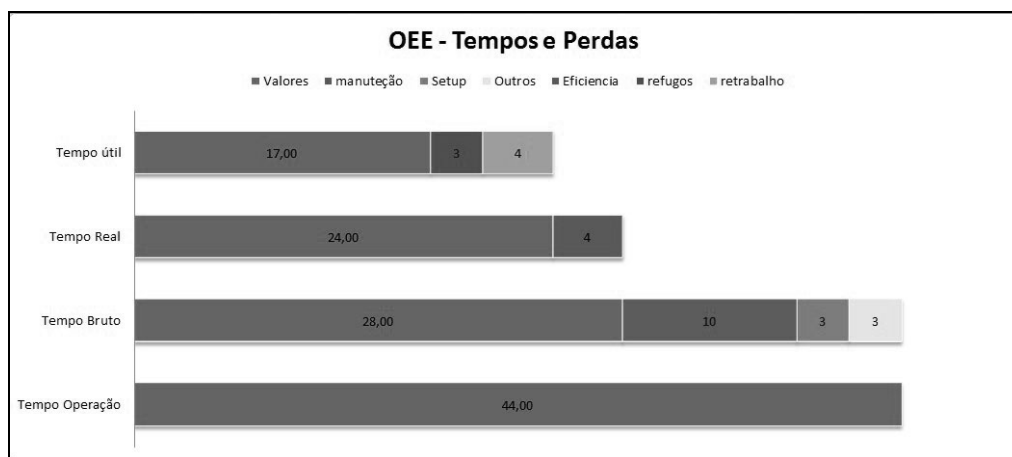
Paralelamente a este estudo, um *checklist* foi desenvolvido com todas as paradas de máquina, as quais se dividiam entre pequenas e grandes paradas. As grandes perdas, com mais de 5 minutos, identificadas foram:

- Manutenção ou avaria: Quebra total ou parcial do equipamento e ferramenta; manutenção corretiva.
- Mudança de produto: tempo de preparação do maquinário para realizar a mudança de produto.
- Auxílio a outro operador: Orientação ou Ajustagem de outro maquinário para outro operador inexperiente.
- Regulagens: mudança nos parâmetros de corte da usinagem.
- Inicialização, referenciamento: tempo de preparação do maquinário ao seu ligado.
- Operação em outro torno: realização de qualquer atividade em um torno, e deixar o outro parado.
- Ausência de Operador, limpeza, falta de energia, falta de água, falta de óleo, outras.

As Pequenas paradas, com valor igual ou inferior a 5 minutos, por sua vez, eram as seguintes:

- Limpeza rápida do maquinário para permitir a operação.
- Substituição de ferramenta: troca de ferramenta quando a mesma não está usinando com a qualidade esperada.
- Regulação dos parâmetros: regulagens rápidas e alteração dos parâmetros.

Posteriormente ao levantamento dos tempos e das paradas, alguns campos foram acrescentados à ficha dos operadores, estes que seriam o tempo de operação da máquina e campos para identificar os tempos de paradas (diário de bordo). Simultaneamente à ficha uma planilha no Microsoft Excel foi desenvolvida para ser capaz de realizar os cálculos do OEE, gerar relatórios e gráficos para avaliar o índice. Estes dados seriam apresentados mensalmente em forma de tabelas e gráficos. A Figura 3 ilustra um exemplo de gráfico do indicador OEE.



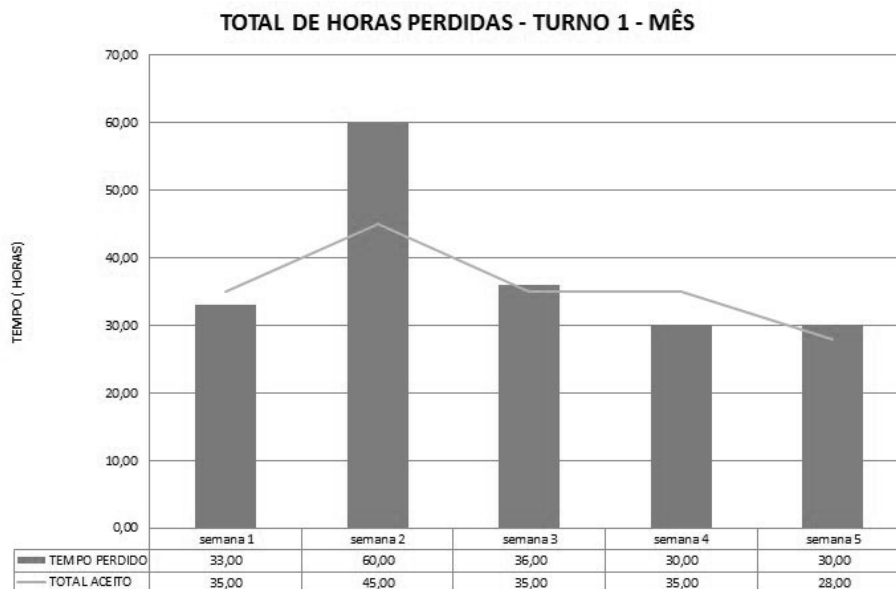
**Figura 3.** Exemplo indicador OEE

Foram três indicadores escolhidos para serem monitorados, os quais foram: o índice geral do OEE, o tempo gasto pelo operador pelo abastecimento e o tempo de troca de

ferramentas médio. As metas estabelecidas pela diretoria foram:

- OEE: 65%
- Tempo de Operador: 30 segundos.
- Tempo de troca médio: 15 minutos.

Os dados seriam apresentados aos operadores em forma de gráfico de barras, que conteriam valores das últimas cinco semanas. Estes gráficos formavam um quadro de gestão visual, o qual é separado por turnos. O índice OEE foi apresentado na forma de tempo, como o exemplo mostrado na Figura 4:



**Figura 4.** Gráfico do Quadro de Gestão a Vista

A linha representa o total de tempo aceito, ou seja, 35% do tempo de operação do período. O tempo perdido deve estar abaixo da linha, o que significa possuir valor inferior a 35% do tempo de operação.

O último processo da implantação foi desenvolver um procedimento operacional padrão (POP) para a operação de abastecimento do maquinário, e outro para a troca de ferramenta do mesmo. O primeiro seguiu a ideia de que somente o tempo de troca da matéria-prima pelo produto recém-usinado deveria ocorrer com o torno sem carga, e todas as demais operações deveriam ser realizadas com o maquinário em funcionamento.

O segundo seguiu as ideias da ferramenta de *Single Minute Exchange of Die* (SMED), o qual estava em processo de implantação visando reduzir o tempo de troca de ferramenta.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A coleta de dados começou janeiro de 2014, os valores encontrados eram preocupantes, pois se apresentavam perto dos 35%. A gerência preferiu que a coleta de dados prosseguisse por mais dois meses antes de interferir no processo. No terceiro mês de análise foi constatado que o principal vetor que influenciava o baixo nível do índice foi o de disponibilidade, e, para melhorar o índice foram tomadas algumas medidas.

A gerência tomou algumas medidas para aumentar o índice do OEE, as quais são mostradas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Plano de ação: melhoria do índice OEE

| <b>CONTRAMEDIDAS</b>                   | <b>JUSTIFICATIVA</b>                                                   | <b>PROCEDIMENTO</b>                                                                               |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Implantação SMED                       | Diminuir tempo de <i>Setup</i>                                         | Desenvolvimento de projeto.                                                                       |
| Definição Jornada de Trabalho          | Definir o tempo de operação e tempo não planejado de produção.         | Padronização da jornada de trabalho, determinando as paradas programadas e o tempo não planejado. |
| Definição de Substituto de colaborador | Diminuir tempo de ausência de operador.                                | Escolha de um responsável por operar o maquinário, não permitindo que o mesmo ficasse sem carga.  |
| Não desligamento do equipamento        | Eliminar/Diminuir tempo do processo de referenciamento e inicialização | Instrução e orientação para que os operadores não desligassem o maquinário no término do turno.   |
| (P.O.P) de todas as operações          | Padronizar operações.                                                  | Mapeamento, análise e padronização de todas as operações realizadas pelos operadores.             |

O índice melhorou com as medidas - citadas anteriormente- chegando a 65%, porém o mesmo não se manteve neste valor por muito tempo, essa oscilação se deu pelo fato dos operadores não seguirem o POP. devidamente, o setor apresentar alto índice de rotatividade e comprometimento baixo dos operadores com o projeto. Foi constatado que nas semanas que os operadores eram mais exigidos os índices alcançavam os valores desejados, em outros períodos, entretanto, o índice caía.

A direção, respaldada pela análise dos dados levantados, adquiriu outro maquinário para o setor e, dessa fora, retirou uma família de produtos da terceirização. Os dados levantados ajudaram, ainda, a empresa avaliar se os dois setores eram necessários para atender a demanda, e ficou evidente que se o índice for melhorado, a capacidade de produção do setor aumenta, portanto somente um turno é suficiente para atender a demanda da linha. A última avaliação acompanhada por este estudo foi a de que a organização planejava a implantação de um sistema de manutenção preventiva, visto que as paradas por avaria e/ou manutenção eram as principais, correspondendo à perda de 20% do OEE.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo destaca a importância do uso do índice de eficiência geral do equipamento como um mecanismo para analisar os processos, identificar e quantificar as perdas do equipamento, realizando, desta forma, um direcionamento para as equipes de melhoria contínua.

Foram demonstradas as seis grandes perdas do equipamento, quais eram os motivos pertencentes a cada uma delas e o cálculo do índice OEE. Em seguida foi introduzido o estudo de caso, no qual foi demonstrado o roteiro utilizado neste trabalho para a implantação do OEE. Este roteiro se dividiu em nove etapas, as quais se dividiram em: mapeamento de operações, levantamento dos tempos das operações de ciclo, encontrarem quais são os tipos de parada dos maquinários, escolha do método de coleta de dados, encontrar a ferramenta para gerenciar o índice apresentar os resultados para gerência, estabelecer metas, apresentação dos resultados para os operadores e escolha de um método para elevar o índice no setor (elaboração do POP.) e, por fim, a coleta de dados, os relatórios e os resultados foram apresentados.

Este trabalho evidenciou o OEE como método de identificação, quantificação e direcionamento dos problemas que influenciam a eficácia do equipamento. No estudo de caso o OEE demonstrou que a disponibilidade era o índice que mais influenciava negativamente o OEE. As medidas de implantação da SMED, definição de jornada de trabalho, não desligamento do maquinário entre os turnos influenciaram diretamente na elevação do índice



durante os meses estudados. Além disso, foi possível identificar que o tempo pedido por conta de quebra ou avaria do maquinário era muito alto, e, que este deveria ser o próximo passo de melhoria.

O índice chegou a ser de 65%, apenas não se manteve por causa do comprometimento baixo e alta rotatividade dos operadores do setor. Apesar de não se manter constante, o OEE serviu como de apoio para que a direção adquirisse outro maquinário para o setor, retirasse uma família de produção da terceirização, além de, evidenciar que se o índice for melhorado a capacidade de produção do setor aumentaria, e somente um turno seria suficiente para atender a demanda da linha. A última avaliação acompanhada por este estudo foi a de que a organização planejava a implantação de um sistema de manutenção preventiva, visto que as paradas por avaria e/ou manutenção eram as principais, correspondendo à perda de 20% do OEE.

O trabalho teve como limitações o tempo reduzido de coleta de dados, e a dificuldades de captar informações durante a coleta de dados, bem como a falta de disponibilidade dos responsáveis pelos setores. O comprometimento dos envolvidos nas atividades é de extrema importância para que o monitoramento do índice tenha continuidade. O trabalho também limitou-se a apenas uma linha de produção, deixando como sugestão para trabalhos futuros a implementação do índice em todo o setor produtivo para melhor eficiência do indicador.

O objetivo deste trabalho consistiu em apresentar os resultados da implantação do (OEE) em uma indústria metalmeccânica em Maringá, e o mesmo se limitou a evidenciar o OEE como método de identificação, quantificação e direcionamento dos problemas que influenciam a eficácia do equipamento. Por fim, registra-se a oportunidade de trabalhos futuros, envolvendo o direcionamento de ações de melhoria junto aos índices encontrados.

## REFERÊNCIAS

- CHIARADIA, A. J. P. Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia) PPGEP/UFRGS, p. Porto Alegre, 2004.
- DAL, B.; TUGWELL, P; GREATBANKS; R. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 20, n. 5, p. 1488-1502, 2000.
- HANSEN, R. C. Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de manutenção/produção para aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- HANSEN, R. C. Overall Equipment Effectiveness. 1ª Edição. New York: Industrial Press, 2002.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da Produção. São Paulo: Editora Saraiva, 2005, p. 562.
- PILLMANN, Áureo J.C. Utilização do Indicador de Eficiência Global dos Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: Um Estudo de Caso na Indústria Automobilística. Porto Alegre, 2004.
- NACHIAPPAN, R.M. AND ANANTHARAM, N. Evaluation of overall line effectiveness (OLE) in a continuous product line manufacturing system. *Journal of Manufacturing Technology Management*. v. 17, n.7, p. 987-1008, 2006.
- NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.
- RAPOSO, C. F. Overall Equipment Effectiveness – Aplicação em uma empresa do setor de bebidas do pólo industrial de Manaus: Universidade do Estado do Amazonas, 2011. Um Estudo de Caso. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Belo Horizonte, 2011.
- LEMO, F. L. Modelo Proposto para indicadores de Desempenho Industrial e Produtividade

de Ativos. Trabalho de conclusão de Curso. UEM, Maringá, 2006.

TREVISANI, T. S. Implantação da OEE em uma indústria siderúrgica: Monografia de especialização. Universidade Federal de São Carlos, 2008.

OLIVEIRA, M. R.; HEMOSILLA, J.L.G & SILVA, E.C.C. Implantação do índice de eficiência global dos equipamentos em uma célula de manufatura de uma empresa de grande porte do setor automotivo – segmento de embreagens: SIMPOI. 2012

SILVA, F. Pedro Amorim Rodrigues. OEE – A forma de medir a eficácia dos equipamentos, 2013. Disponível em <http://www.hdutil.com.br/>. Acesso em: 03 de Outubro de 2014.

SANTOS, A. C. O.; SANTOS, M. J. Utilização do indicador de Eficiência Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura - Um Estudo de Caso. 27º Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Foz do Iguaçu, 2007.

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

SHERWIN, D. A review of overall models for maintenance management. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 6, n.3, p. 137-64, 2000.