

## EFICÁCIA GLOBAL DE EQUIPAMENTOS (OEE) PARA DIAGNÓSTICO E MELHORIA DE PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO

### OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) FOR DIAGNOSIS AND PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN THE FOUNDRY INDUSTRY

José Vinícius Dornelles<sup>1</sup>; Miguel Afonso Sellitto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduação em Engenharia de Produção Mecânica

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – São Leopoldo/RS – Brasil

[vinicius-dornelles@hotmail.com](mailto:vinicius-dornelles@hotmail.com)

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – São Leopoldo/RS – Brasil

[sellitto@unisin.br](mailto:sellitto@unisin.br)

#### Resumo

*O objetivo deste artigo foi descrever a implantação do Indicador de Eficácia Global dos Equipamentos (Overall Equipment Effectiveness – OEE) na unidade de fundição de uma empresa da indústria mecânica. O método de pesquisa foi o estudo de caso. O problema de pesquisa nasceu da necessidade da empresa de conhecer sua capacidade efetiva de atendimento a clientes, não apenas a capacidade nominal dos equipamentos. Para tanto, aceitou-se o pressuposto que a capacidade pode ser estimada com ajuda da OEE. Os dados de produção foram reorganizados em relatórios que permitiram calcular a OEE. Com base no resultado calculado da OEE, definiu-se que as ações de melhorias mais promissoras diziam respeito à disponibilidade de máquinas. Após seis meses de ações corretivas, a disponibilidade cresceu de 30% para 78%, o que, combinado com variações nos demais parâmetros, elevou a OEE de 23% para 38%, com o expressivo ganho de mais de 15 pontos percentuais em tempo disponível para produção. Antes do estudo, a capacidade estimada e por consequência a meta de produção eram de 17.900 kg/dia. Após o estudo, com base em cálculos e medições comprovadas de campo, a meta passou a ser de 19.200 kg/dia.*

**Palavras-chave:** eficiência global, OEE, estratégia de manutenção.

#### Abstract

*The aim of this article was to describe the implementation of the overall Equipment Effectiveness indicator (Overall Equipment Effectiveness-OEE) into a foundry company of the mechanical industry. The research method was the case study. The research problem raised of the need of the company to know its effective capacity of serve customers, not only the nominal capacity of the equipment. To do so, it was accepted the assumption that the capacity can be estimated with the*

*help of the OEE. Production data were rearranged in reports that allowed calculating the OEE. Based on the calculated result of the OEE, it was established that the most promising actions for further improvements were related to the availability of machines. After six months of corrective actions, the availability has grown from 30% to 78%. This increase, combined with changes in other parameters, elevated the OEE from 23% to 38%, with the significant gain of more than 15 percentage points in time available for production. Before the study, the estimated capacity and consequently the goal were production of 17,900 kg per day. After the study, based on calculations and field measurements, the production goal became to 19,200 kg per day.*

**Key-words:** global efficiency, OEE, maintenance strategy.

## 1. Introdução

Avanços tecnológicos e modernização de parques fabris têm tornado a manufatura mais complexa e exigido mais esforços de manutenção (ANDRADE, 2009). Uma das respostas a essa necessidade foi uma metodologia para aumentar a eficiência da manutenção, surgida nos anos 1970, a TPM (Manutenção Produtiva Total). Seu objetivo é eliminar ou ao menos diminuir as perdas por manutenção, aumentar a eficiência e o tempo de vida das máquinas (SANTOS e SANTOS, 2010), resultando no aumento global da produtividade industrial (PIRES NETO et al., 2012).

Para medir as melhorias implementadas pela TPM, desenvolveu-se a OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) (ALBERTIN et al., 2012). A OEE combina resultados de disponibilidade, performance e qualidade, representando a taxa global de utilização de um equipamento (RODRIGUES, 2009). Antes da OEE, apenas a disponibilidade dos equipamentos era avaliada, resultando equivocado o cálculo de capacidade (LJUNGBERG, 1998). Raposo (2011) acrescenta que a OEE ajuda a identificar as reais condições de uma fábrica, ajudando a identificar suas perdas.

A OEE é uma medida de eficiência da produção de um equipamento no decorrer de um tempo programado de operação (FERREIRA et al., 2012). Segundo Zattar et al. (2011), seu propósito é fornecer um valor que seja utilizado como medida global de eficiência na manufatura. Para Ribeiro et al. (2010), o OEE proporciona ganhos de qualidade e produtividade, pois auxilia a entender os processos e comportamentos na manufatura e definir a máxima eficácia alcançável. Oliveira e Helleno (2012) afirmam que os resultados obtidos a partir da implantação do OEE permitem atuar nas perdas de produção, possibilitando ganhos de produtividade e reduzindo investimentos com aquisições de equipamentos. Ferezim e Jacó (2012) relacionam o uso do OEE também a iniciativas de manufatura enxuta, além de programas de TPM, atribuindo a possibilidade de expressivos ganhos de produtividade ao uso continuado do indicador. Todas as obras citadas incluíram casos de aplicação em indústrias de processamento contínuo ou intermitente.

A OEE é especialmente útil em manufatura de alto volume de produção e que prioriza o aumento de produtividade como fator de competição, tal como ocorre na indústria de

processamento contínuo (RON e ROODA, 2005). Dado o contexto apresentado, e focando na indústria de processamento contínuo, a questão de pesquisa que motivou este artigo foi: Como medir a capacidade de produção de uma fundição? Como pressuposto de pesquisa, assume-se que a capacidade real possa ser estimada pela OEE. Portanto, o objetivo geral deste artigo foi descrever a implantação do indicador de eficiência global na unidade de fundição de uma empresa da indústria mecânica. Os objetivos específicos foram: (i) organizar os dados existentes de modo a poder calcular a OEE; (ii) calcular a OEE; e (iii) usar os resultados para concluir a respeito da situação da empresa e das necessidades de melhorias na produção. O método de pesquisa é o estudo de caso. Na indústria da fundição, como em outros tipos de indústria de processamento contínuo, é usual que um equipamento ou setor tenham uma importância assimétrica em relação a outros equipamentos quanto à capacidade de gerar resultado. São os chamados gargalos (SELLITTO, 2002), o que justifica que se concentrem esforços de melhorias nestes equipamentos, tal como o descrito neste artigo. Outras aplicações semelhantes na indústria de processamento contínuo foram encontradas na literatura. Vitorino (2011) mensurou a OEE em fabricação de cimento, chegando a um valor de 45%. Oliveira (2012) fez algo semelhante em britagem, chegando a 70% de OEE. Ribeiro et al. (2010) chegaram a uma mensuração de 21% em mineração, sem gerenciar o processo. Castro e Araújo (2010) chegaram a 55% em fabricação de bebidas.

O restante do artigo está organizado em: revisão bibliográfica; descrição da pesquisa; discussão dos resultados; e considerações finais.

## **2. Monitoramento da produção, formação e cálculo da OEE**

Monitoramento de processo consiste em coletar, acompanhar e analisar os dados apontados pela produção (WICHER et al., 2012). O monitoramento da produção revela perdas escondidas nos processos (RENO et al., 2012). Servin et al. (2012) afirmam que melhorias em processos e ganhos de produtividade só acontecem com monitoramento. Com ele, é possível identificar as perdas e acompanhar os resultados das ações tomadas contra os desperdícios (JEONG e PHILLIPS, 2001).

Para Hansen (2006), apontamentos incorretos sobre o desempenho do equipamento podem esconder a falta de eficiência. É necessário acompanhamento crítico e diário dos dados coletados e um banco de dados seguro e confiável. Para o controle do indicador de OEE os apontamentos necessários são: tempo de parada, quantidade produzida e refugo e retrabalhos (PROENÇA e TUBINO, 2010). Para o apontamento de OEE, Oliveira e Librantz (2012), propõe que as paradas sejam divididas em: programadas e não programadas, conforme o Quadro 1.

<b>Categoria</b>	<b>Tipo</b>	<b>Subtipo</b>
Paradas Programadas	<i>Sem carga</i>	
	<i>Manutenção Preventiva</i>	
	<i>Try-out</i>	
Paradas não programadas	Paradas próprias	<i>Setup (troca de série)</i>
		<i>Avarias</i>
		<i>Micro paradas</i>
	Paradas organizacionais	<i>Baixa velocidade</i>
		<i>Refeição, reuniões, treinamento</i>
	<i>Não qualidade</i>	<i>Falta de materiais, energia, operador</i>

Quadro 1: Tipos de paradas (fonte: Oliveira e Librantz, 2012)

A OEE se origina da comparação entre o tempo ao qual a máquina agrega valor ao produto e a soma total das perdas (BUSSO e MIYAKE, 2013). Segundo Oliveira e Sangineto (2010), o cálculo de OEE é realizado a partir de três parâmetros: disponibilidade, performance e qualidade. A disponibilidade é determinada pela fração de tempo que o processo está disponível em relação ao tempo total. A performance é a fração entre a quantidade de peças produzidas e a quantidade teórica máxima que deveria ser produzida. A qualidade é a fração de itens produzidos dentro das especificações divididos pela quantidade total de itens produzidos (CHIARADIA, 2004).

A Figura 1 organiza a OEE segundo seis tipos de perdas (SERRA et al., 2010).

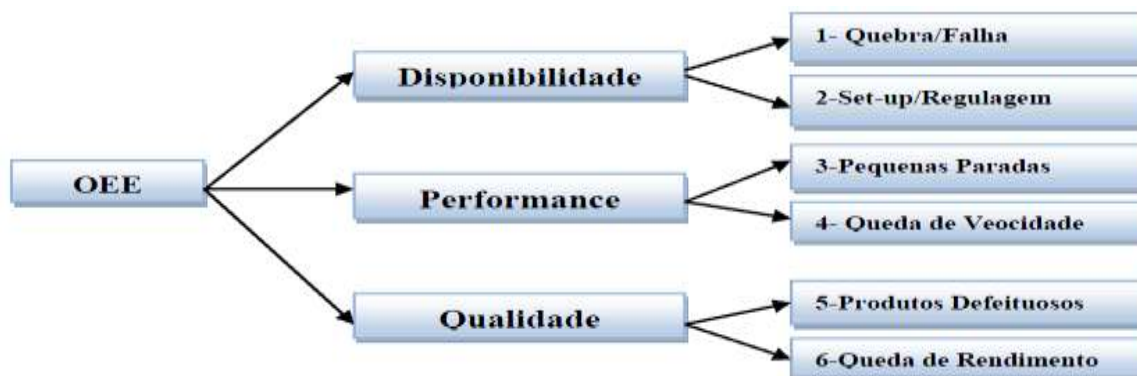


Figura 1: Fatores que formam a OEE (fonte: Serra et al., 2010)

A tipologia de perdas é definida por Serra et al. (2010) como:

- Perda por falhas: quando o equipamento está indisponível para produção;
- Perda por setup: período entre a última peça do lote anterior e a primeira peça aproveitável do próximo lote;

- Perda por pequenas paradas: quando o equipamento está indisponível por paradas rápidas durante a produção ou por ajustes de equipamento;
- Perda por velocidade: quando a produção não ocorre na máxima velocidade possível;
- Perda por produtos não-conformes: tempo perdido por produção de itens que não estão de acordo com as especificações de qualidade; e
- Perda por queda de rendimento: quando o equipamento necessita de um período de tempo para começar a operar em suas especificações.

## 2.1 Cálculo da OEE

A OEE se vale dos três índices das equações 1, 2 e 3 (PALOMINO et al., 2010).

$$\text{Índice de Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo Programado}} \quad (1)$$

$$\text{Índice de Performance} = \frac{\sum [\text{Quantidade Produzida} \times \text{Tempo Padrão}]}{\text{Tempo Operacional}} \quad (2)$$

$$\text{Índice de Qualidade} = \frac{\sum [(\text{Quantidade Produzida} - \text{Refugos e Retrabalhos}) \times \text{Tempo Padrão}]}{\sum [\text{Quantidade Produzida} \times \text{Tempo Padrão}]} \quad (3)$$

Nas equações: (i) tempo operacional é o período de tempo que o equipamento agregou valor à produção; (ii) tempo padrão é o tempo necessário que um operador apto necessita para processar um item num determinado equipamento; e (iii) tempo programado é o tempo que um determinado equipamento esta programado para produzir, descontando paradas (RON e ROODA, 2005). A OEE é então calculada pela equação 4 (PACHECO et al., 2012).

$$\text{OEE} = \text{Índice de Disponibilidade} \times \text{Índice de Performance} \times \text{Índice de Qualidade} \quad (4)$$

Os três índices fornecem uma visão da realidade de um equipamento, setor ou fábrica (ANDRADE, 2009). A análise das perdas é o próximo passo (HANSEN, 2006). Neste passo, são identificados os recursos com menores desempenhos e priorizados os esforços de melhorias (RIBEIRO et al., 2010). Os resultados podem ser organizados em forma gráfica, o que permite a

visualização das perdas gerenciais e da causa mais impactante para a ineficiência de um processo produtivo (DEMARCHI et al., 2007). Hansen (2006) chama de fábrica oculta o desperdício que é mensurado pelo OEE: esta é a fração da planta que não é utilizada dada a baixa eficiência no uso dos equipamentos.

A Figura 2 mostra um exemplo gráfico de OEE, relacionando tempo produtivo e perdas.



Figura 2: Representação Geral das Perdas Temporais (fonte: SANTOS et al., 2010)

### 3. A Pesquisa

O método de pesquisa foi o estudo de caso. Segundo Yin (2005), o estudo de caso é método de investigação empírica que abrange técnicas de coletas de dados, planejamentos para as coletas e análises dos dados coletados. André (2005) afirma que o estudo de caso esclarece dúvidas, possibilitando uma nova compreensão de algo já apreendido. O método de trabalho foi: (i) levantamento dos relatórios de produtividade da fábrica, verificação dos apontamentos de dados, necessidades de novos apontamentos para cálculo do OEE, desenvolvimento de método de apontamentos, cálculo dos indicadores de disponibilidade, performance e qualidade; (ii) descrição da implantação do indicador da OEE; e (iii) discussão dos resultados.

O estudo de caso ocorreu em uma fábrica com tecnologia da década de 1980, É uma das poucas fundições de peças de grande porte do Brasil. A planta tem capacidade de produção de 60 toneladas de peças de ferro fundido nodular e cinzento por dia e é composta por: macharia, moldagem, fusão, acabamento e pintura. As áreas de suporte são: engenharia, qualidade, PCP, RH e segurança e meio ambiente. Historicamente, na indústria de fundição, as perdas acontecem em diferentes setores e por variados motivos, tornando-se muitas vezes difícil identificar a causa raiz de tais desperdícios. A solução depende do conhecimento empírico adquirido ao longo dos anos.

A dependência de processos manuais sempre foi a justificativa de não se medir o desempenho da fábrica. Atualmente a empresa entende que seu método de medição pode ser otimizado para melhor visualização gerencial dos desperdícios. Dentro do cenário global de fundições derivados de ferro fundido, muitas das perdas são aceitas como parte do processo. Este fator implica custos de produção mais altos, atrasos, paradas não programadas, etc. Devido a estes problemas, a empresa optou por implantar o OEE no processo gargalo de uma unidade de fundição.

### **3.1 Implantação do Indicador de OEE**

Após diversos questionamentos de diferentes pontos de vistas gerenciais sobre a capacidade de produção da fábrica, definiu-se que o método utilizado até então não aponta fielmente os principais problemas encontrados na fábrica, devido a planejamento de capacidade produtiva equivocada e investimentos em operações que não apresentaram resultados. Propôs-se implantar a OEE no setor de moldagem, que era o único setor da fábrica que tinha um controle fiel de produção diária. O setor escolhido para ser implantado o OEE foi o de moldação manual.

Os dados descritos foram retirados do software de gestão de produção da empresa (Cigam) e das planilhas de controle da fábrica (Excel).

Havia dois relatórios de produção diários: paradas de máquinas; e quantidades de itens produzidos. Os lançamentos eram feitos no dia posterior. Relatórios de produção em planilhas diferentes dificultavam a visualização do resultado real da operação do dia anterior, o que impossibilitava análises e dificultava a identificação de onde focar as possíveis ações de correção. As paradas de máquina continham somente dados referentes aos tempos de paradas do dia, não separando por turnos, impossibilitando uma análise técnica das paradas.

O segundo relatório fornecia quantidade de peças boas produzidas e horas programadas de produção, por turnos e por setores, porém não identificava os itens produzidos. A partir destes dados, é feita uma média de quantas peças (moldes) foram produzidas por hora. A média era comparada com um dado histórico que era traçado como objetivo. No entanto, o relatório não informava que itens a máquina fabricou nem tempos de processamento de cada item. Logo, não é possível saber se o objetivo de produção pode ou não ser alcançado em determinado dia, o que tornou impossível usar este relatório para a OEE.

Decidiu-se fazer cronoanálise de 78 itens do setor de moldação manual, identificando tempos padrão. Foram alterados os cadastros de tempo de ciclo no software de gestão da empresa. Assim, foi possível um cálculo de performance de acordo com o tempo real do processo.

A produção era controlada por uma Ficha de Apontamento de Produção, que continha: o código do item produzido, a quantidade de peças, o período que as mesmas foram fabricadas, e o período de paradas. Verificou-se que o apontamento ocorria sobre a quantidade de peças boas e não existia nenhum dado quanto à quantidade de peças que não ficavam dentro das especificações de qualidade. Observou-se ainda, que os códigos de paradas eram repetidos. O lançamento dos códigos de paradas era dividido em vários subgrupos ao invés de um grupo somente. Pode-se citar o código: “parada para manutenção”, mais os derivados do mesmo, tais como: problema elétrico, problema mecânico, problema hidráulico, etc. Esses desdobramentos dificultavam os apontamentos e a consolidação dos dados. Definiu-se que, a ficha de apontamento de produção teria somente 16 códigos de acordo com a necessidade da empresa, foram divididos em dois grupos: (i) Parada programada: intervalo e manutenção programada; e (ii) Parada não programada: setup, reunião, regulagem, falta de programação, falta de pessoal, falta de insumos, falta de macho, falta de matéria-prima, falta de ferramental, falta de energia, falta de caixa, falta de ar comprimido, aguardando transporte e manutenção.

Para assimilar o novo conceito de apontamento da produção, treinamentos foram ministrados aos supervisores de linha. No primeiro mês, houve dificuldades para compreensão do verdadeiro motivo de parada. A partir do segundo mês, os apontamentos ocorreram corretamente. Após as adequações necessárias no ambiente fabril, tempos corretos de processo, mudança de códigos de ocorrências e apontamento de não-qualidade, foi possível calcular o OEE do setor de moldação.

Para calcular a OEE, desenvolveu-se planilha em Excel. Com a implantação do indicador de OEE, foi possível avaliar a capacidade produtiva efetiva do setor de moldação manual. A intenção foi a de comprovar se o modelo de medição por OEE era mais preciso do que o histórico da fábrica. Verificou-se uma diferença entre os dados históricos e os dados do indicador de eficiência. O principal indicador de produção é a produção de peças, medida em quilogramas por dia. O setor de moldagem manual tinha como meta produtiva diária de 17.900 kg/dia. Baseada em medições empíricas, sem bases mais sólidas, feitas anteriormente, a gerência da fábrica acreditava que essa produção corresponderia a um OEE de 65%.

A Figura 3 mostra a evolução diária dos quilogramas produzidos em determinado dia comparando a produção com o resultado de OEE de 50% e 65% convertidos em quilogramas.



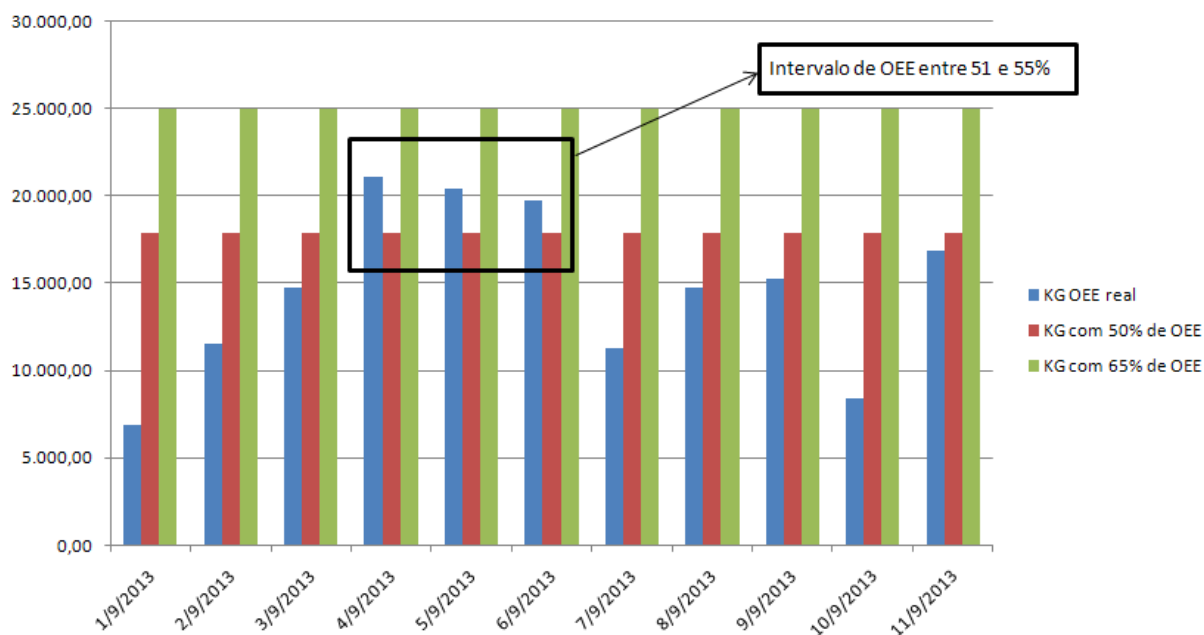


Figura 3: Resultado de OEE comparado ao peso produzido referente ao mês de setembro (fonte: empresa)

Concluiu-se que a meta de produção diária da empresa não estava alinhada com a realidade fabril. Com o OEE proposto de 65%, a meta produtiva do setor deveria ser de 25.000 kg/dia, o que é incompatível com a realidade histórica observada na planta. Porém, a meta histórica de produção aponta para um OEE máximo de 50%, que implica uma meta mais realística de 19.200 kg/dia. Esta nova meta estava mais próxima da meta praticada em campo, estipulada empiricamente em 17.900 kg/dia. Como não havia consolidação de informações, não era possível mensurar com precisão a capacidade efetiva do setor e portanto apontar quando e onde ocorriam perdas. A partir de então, definiu-se a capacidade efetiva e por consequência a meta de produção média da fundição em 19.200 kg/dia de peças fundidas, o que obriga a manufatura a alcançar após um prazo aceitável uma OEE média de 50%. O OEE passou então a ser o principal indicador de produtividade do setor de moldagem manual. Metas para sua evolução foram definidas para a equipe com apresentação de resultados em reuniões gerenciais.

A Figura 4 mostra os resultados consolidados do indicador de OEE e dos seus três componentes após os seis primeiros meses de trabalho. O principal resultado foi o aumento de 15 pontos percentuais na eficiência (mais de 65% de aumento). Um modelo de regressão linear crescente para o OEE apontou  $R^2$  igual a 84%, o que confirma a tendência de crescimento. O coeficiente angular de crescimento do modelo foi de 2,7 pontos percentuais por mês, o que permite esperar que se alcance a meta estipulada de 50% antes de doze meses.

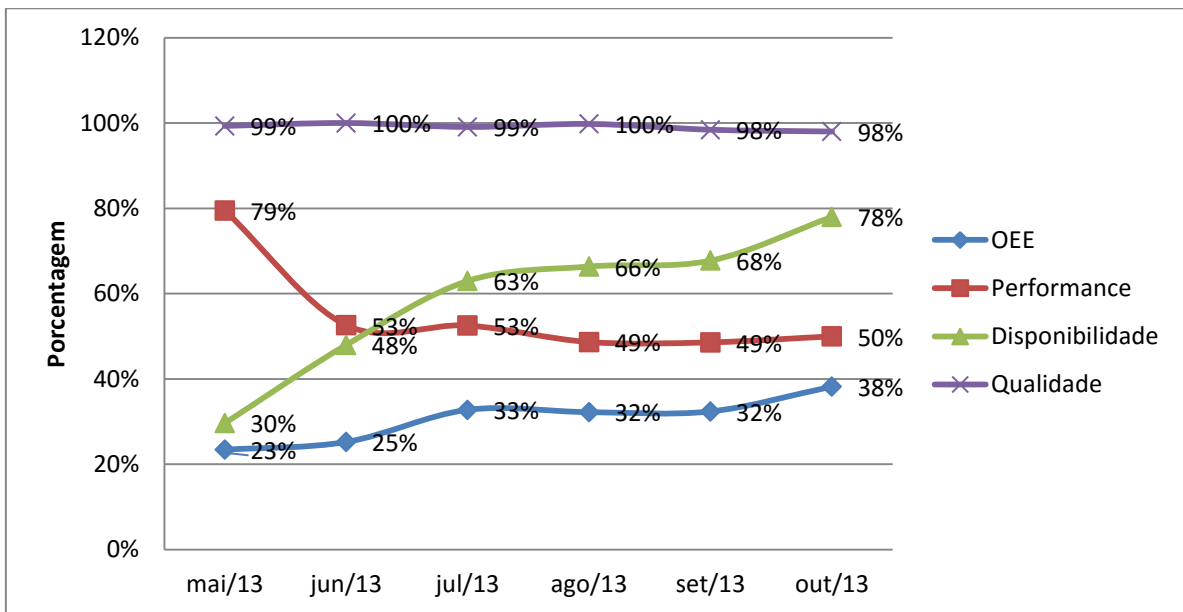


Figura 4: Resultado de OEE mensal no período (fonte: empresa)

O componente que mais evoluiu foi a disponibilidade, passando de 30% para 78%. O item que mais evoluiu foi a manutenção corretiva, com redução de 139 para 73 horas mensais.

Várias ações foram empreendidas no período, de remoção de problemas crônicos nos principais equipamentos, que reduziram o tempo desperdiçado em intervenções de emergência nas máquinas. Em segundo lugar, foram tomadas ações que reduziram a incidência de falta de insumos. A principal destas ações foi a formação de um almoxarifado fabril, que permitiu à manufatura estocar os principais insumos com antecedência, protegendo a produção contra situações emergenciais relacionadas ao suprimento de materiais. Chama a atenção o recuo da performance. Este recuo foi devido principalmente à nova sistemática de manutenção, que tem exigido mais intervenções tão logo algum pequeno problema se apresente. Com isto, aumentou a incidência de pequenas paradas. À medida que se evolua com o estado da arte dos equipamentos, este indicador deverá retornar ao patamar inicial.

A Figura 5 aponta e compara os motivos de paradas de equipamento anotados no primeiro e no último mês do estudo.

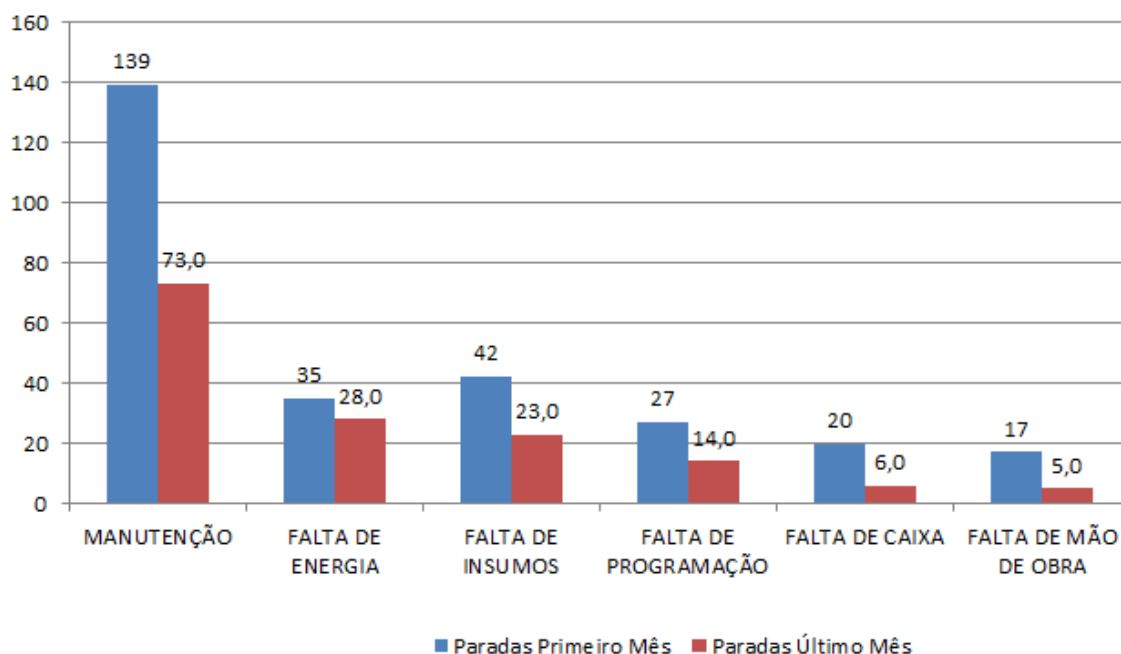


Figura 5: Quantidade de paradas em horas no processo estudado no primeiro e no último mês estudado (fonte: empresa)

#### 4 Conclusões

O objetivo deste artigo foi descrever a implantação do indicador de eficiência global na unidade de fundição de uma empresa da indústria mecânica. O método de pesquisa foi o estudo de caso. Como a empresa não conhecia sua efetiva capacidade de produção, decidiu lançar mão do indicador de eficiência global para calcular esta capacidade.

As principais conclusões foram: (i) o sistema anterior de gerenciamento da produção não oferecia condições para o cálculo da OEE, então foi necessário modificar os relatórios de produção; (ii) dos três componentes da OEE, o mais problemático era a disponibilidade, que foi privilegiada principalmente com ações de redução de tempo perdido com manutenção corretiva e com falta de insumos; e (iii) a meta de produção, após os cálculos baseados na OEE, passou de 17.900 kg/dia para 19.200 kg/dia, com expressivo aumento na capacidade de atendimento a clientes.

Do ponto de vista dos pesquisadores, o estudo aponta que a introdução do indicador de OEE como mensuração do atingimento de objetivos gerenciais pode ser uma boa alternativa para atividades de manufatura em processo contínuo. O porte e a complexidade dos equipamentos necessários neste tipo de manufatura faz com que a disponibilidade de máquina se torne elemento crucial na busca pela competitividade na indústria. Com isto, aumento no OEE, que captura avanços de disponibilidade, se torna importante fator de gestão da competição industrial.

Como continuidade de pesquisas, sugere-se que o acompanhamento seja feito por mais tempo, para que se tenha uma visão mais completa, do tipo longitudinal, do tipo de resultado que se

pode esperar da implantação de indicadores de OEE. Também sugerem-se estudos de caso em outras indústrias, tanto do tipo processamento contínuo, como intermitente. Também sugere-se a introdução de análises quantitativas de confiabilidade, com em Sellitto et al. (2002). Por fim, sugerem-se estudos em indústrias cuja competição seja baseada em aspectos tecnológicos e de prestação de serviços, tais como os descritos em Borchardt et al. (2010) e em Borchardt et al. (2008).

## **Agradecimentos**

Parte desta pesquisa foi financiada pelo CNPq. Agradece-se aos gestores que participaram da parte de campo da pesquisa.

## **Referências**

- ALBERTIN, M.; SAMPAIO, C.; DIAS, M.; FEITOSA, P. Aplicação da Eficiência Global de Equipamentos com Indicador de Qualidade Sem Perdas. In: ENEGEP, 32, 2012, Bento Gonçalves, RS, Brasil, **Anais ...**, Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.
- ANDRADE, L.; SCHERER, C. **Estudo de Caso da Aplicação do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos (OEE) para Diagnóstico e Melhoria de Produtividade em uma Linha de Produção Automotiva**. In: ENEGEP, 29, 2009, Salvador, BA, Brasil, **Anais ...**, Salvador: ABEPRO, 2009.
- ANDRÉ, M. **Estudo de Caso em Pesquisa e Avaliação Educacional**. Brasília: Liber Livro, 2005.
- BORCHARDT, M.; SELBITTO, M.; PEREIRA, G. Serviços de pós-venda para produtos fabricados em base tecnológica. **Produção Online**, v.8, n.2, p.1-26, 2008.
- BORCHARDT, M.; SELBITTO, M.; PEREIRA, G. Sistemas Produto-Serviço: referencial teórico e direções para futuras pesquisas. **Produção Online**, v.10, n.4, p.837-860, 2010.
- BUSSO, C.; MIYAKE, D. Análise da Aplicação de Indicadores Alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na Gestão do Desempenho Global de uma Fábrica. **Produção**, v.23, n.2, p.205-225, 2013.
- CASTRO, F.; ARAÚJO, F. Medição da eficiência operacional através do indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness): uma proposta de implantação no segmento de bebidas. In: CNEG, 6, 2010, Niterói, RJ, Brasil, **Anais ...**, Niterói: UFF, 2012.
- CHIARADIA, A. **Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: Um estudo de Caso na Indústria Automobilística**. Dissertação de Mestrado em Engenharia: PPGEP-UFRGS, Porto Alegre, 2004.
- DEMARCHI, V.; HATAKEYAMA, K.; SOUZA, F. Indicador de Produtividade de Ativos – Ferramenta de Auxílio no Custeio da Qualidade. In: ENEGEP, 27, 2007, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, **Anais ...**, Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007.
- FEREZIM, D.; JACÓ, F. OEE tool utilization in plastic formation industry (hot milling): a pilot project. **Engineering Research: Technical Reports**, v.3, n.1, p.26-38, 2012.

- FERREIRA, T.; MOREIRA, D.; DISCONZI, C. Análise da Produtividade de Uma Empresa de Beneficiamento de Arroz Através do Índice de Rendimento Global. In: ENEGEP, 32, 2012, Bento Gonçalves, RS, Brasil, **Anais ...**, Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.
- HANSEN, R. **Eficiência Global dos Equipamentos**: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- JEONG, K.; PHILLIPS, D. Operational efficiency and effectiveness measurement. **International Journal of Operations & Production Management**, v.21, n.11, p.1404-1416, 2001.
- LJUNGBERG, O. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities International. **Journal of Operations & Production Management**, v.18, n.5, p.495-507, 1998.
- NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM – Total Productive Maintenance**. Cambridge, MA. Productivity Press, 1988.
- NAKATA, K. **Acerto 100% - Desperdício Zero**. Infinito. São Paulo, 2000.
- OLIVEIRA, D.; SANGINETO, M. Otimização do Processo de Envase de Lubrificantes por Meio da Aplicação do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos e da Teoria das Restrições. In: ENEGEP, 30, 2010, São Carlos, SP, Brasil, **Anais...**, São Carlos: Abepro, 2010.
- OLIVEIRA, L.; LIBRANTZ, A. Aumento da Eficiência dos Equipamentos com a Utilização de Ferramentas de Resposta Rápida In: ENEGEP, 32, 2012, Bento Gonçalves, RS, Brasil, **Anais ...**, Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.
- OLIVEIRA, T. **Medição da eficiência de uma britagem de calcário com a utilização do indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness)**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção. Centro Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, MG: 2012.
- OLIVEIRA, T.; HELLENO, A. Sistema de Apoio à Gestão da Produção: Indicadores de Eficiência Operacional – Estudo de Caso. **Ciência e Tecnologia**, v.17, n.33, 2012.
- PACHECO, D.; ANTUNES JÚNIOR, J.; LACERDA, D.; GOLDMEYER, D.; GILSA, C. Modelo de Gerenciamento da Capacidade Produtiva: Integrando Teoria das Restrições e o Índice de Rendimento Operacional Global (IROG), **Produção Online**, v.12, n.3, p.806-826, 2012.
- PALOMINO, R.C.; MANICA, C.R.; MIRANDA, B.B.de. Incremento na Produção Através do Índice OEE: Um Estudo de Caso em uma Empresa Fabricante de Luminárias para Lâmpadas Fluorescentes. In: ENEGEP, 30, 2010, São Carlos, SP, Brasil, **Anais...**, São Carlos: Abepro, 2010.
- PIRES NETO, V.; KITZBERGER, J.; DUCLOS, L.; FRAZZON, E.; Estudo da Integração do BSC e TPM para a Gestão do Processo de Manutenção Industrial em uma Empresa de Galvanização. In: ENEGEP, 32, 2012, Bento Gonçalves, RS, Brasil, **Anais ...**, Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.
- PROENÇA, E.; TUBINO, D. Monitoramento Automático e em Tempo Real da Eficácia Global dos Equipamentos (OEE) como Prática de Apoio à Manufatura Enxuta: Um Estudo de Caso. In: ENEGEP, 30, 2010, São Carlos, SP, Brasil, **Anais...**, São Carlos: Abepro, 2010.
- RAPOSO, C. Overall Equipment Effectiveness: aplicação em uma empresa do setor de bebidas do polo industrial de Manaus. **Produção Online**, v.11, n.3, p.648-667, 2010.
- RENO, G.; SEVEGNANI, G.; MARTINS, A.; BERKENBROCK, T.; FISCHER, D. Sistema de Monitoramento de Paradas de Máquina em uma Linha de Usinagem – Um Estudo de Caso. In: ENEGEP, 30, 2010, São Carlos, SP, Brasil, **Anais...**, São Carlos: Abepro, 2010.
- RIBEIRO, G.; PAES, R.; KLIEMANN, F. Aplicação da Metodologia OEE para Análise da Produtividade do Processo de Descobertura de Carvão Mineral em uma Mina a Céu Aberto. In: ENEGEP, 30, 2010, São Carlos, SP, Brasil, **Anais...**, São Carlos: Abepro, 2010.

- RON, A.; ROODA, J. Equipment effectiveness: OEE revisited. **IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing**, v.18, n.1, p.190-196, 2005.
- SANTOS, A.; SANTOS, M. Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura - Um Estudo de Caso. In: ENEGEP, 30, 2010, São Carlos, SP, Brasil, **Anais...**, São Carlos: Abepro, 2010.
- SANTOS, A.; SILVA, C.; ALMEIDA, D. Análise do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos para Elevação de Restrições Físicas em Ambientes de Manufatura Enxuta In: ENEGEP, 30., 2010. São Carlos, SP, Brasil, **Anais...**, São Carlos: Abepro, 2010.
- SELLITTO, M. Inteligência artificial: uma aplicação em uma indústria de processo contínuo. **Gestão & Produção**, v.9, n.3, p.363-376, 2002.
- SELLITTO, M.; BORCHADT, M.; ARAÚJO, D. Manutenção centrada em confiabilidade: uma abordagem quantitativa. In: ENEGEP, 22, 2002. Curitiba, PR, Brasil, **Anais...**, Curitiba: Abepro, 2002.
- SERRA, N.; BELTRÃO, N.; SANTOS, N.; QUARESMA, J. Utilização do Indicador OEE na Análise do Desempenho dos Processos e Melhoria Contínua na Produção de Condutores Elétricos. In: ENEGEP, 30, 2010, São Carlos, SP, Brasil, **Anais...**, São Carlos: Abepro, 2010.
- SERVIN, C.; SANTOS, L.; GOHR, C. Aplicação da Metodologia DMAIC Para a Redução de Perdas por Paradas Não Programadas em uma Indústria Moageira de Trigo. In: ENEGEP, 27, 2007, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, **Anais ...**, Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007.
- VITORINO, F. **Preparação para a implementação do conceito TPM-Total Productive Maintenance-na indústria cimenteira**. Dissertação de Mestrado em Gestão e Estratégia Industrial. Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa: 2011.
- WICHER, E.; HERMOSILLA, J.; SILVA, E.; PIRATELLI, C. Medição do desempenho organizacional: o caso de um sistema integrado baseado no BSC implantado no setor sucroalcooleiro. In: ENEGEP, 32, 2012, Bento Gonçalves, RS, Brasil, **Anais ...**, Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.
- YIN, R. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- ZATTAR, I.; RUDEK, S.; TURQUINO, G. O Uso do Indicador OEE Como Ferramenta da Tomada de Decisões em uma Indústria Gráfica – Um Caso Prático. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v.2, n.4, p.113-132, 2011.

Recebido: 13/06/2014

Aprovado: 22/07/2015