

Implementação do indicador de Eficiência Global de Equipamentos (OEE) para identificar o impacto da disponibilidade das máquinas em linha de produção

Ivan Correr (Faculdades Integradas Einstein Limeira - FIEL) icorrer@yahoo.com.br
Thaynara N. dos Santos Sousa ((Faculdades Integradas Einstein Limeira - FIEL) thaynara.sousa1@hotmail.com

Resumo:

A competitividade acirrada apresentada no mercado global tem estimulado as organizações a buscarem o aumento da eficiência produtiva em seus processos, e para isso as empresas buscam alternativas que visem minimizar os impactos que impedem atingir ao melhores resultados. O uso de indicadores para medição do desempenho de sistemas produtivos, como é o caso do indicador de Eficiência Global de Equipamentos (OEE), permite apresentar informações sobre os equipamentos, tais como a disponibilidade para uso, a qualidade do produto final e o desempenho do equipamento. Portanto o presente trabalho, foi aplicado nas linhas de produção de uma empresa fornecedora de peças para o setor automotivo, localizada na região de Campinas/SP, tem como objetivo implementar o indicador OEE nas máquinas de medição de uniformidade do produto, visando identificar e quantificar os motivos das paradas das máquinas, determinar a máquina de medição gargalo, e apresentar dados quantitativos para a gerência na tomada de decisão para futuros investimentos nas linhas de produção. Após os estudos realizados, foi possível identificar a máquina gargalo com índice de OEE em 25,87%, identificar que dos três pilares (qualidade, eficiência e disponibilidade) o que mais impactava com 32,34% foi à disponibilidade, e dos dados de disponibilidade, falta de matéria prima com 46,98% e pequenas paradas 41,23%, foram os maiores motivos. Todos estes resultados auxiliam a gerência na tomada de decisão.

Palavras chave: OEE, melhoria de processo, produtividade, disponibilidade.

Implementation of indicator Overall Equipment Effectiveness (OEE) to identify the impact of the availability of the machines in the production line

Abstract :

The fierce competitiveness in the global market presented has stimulated organizations to seek increased production efficiency in its processes, and so companies seek alternatives aimed at minimizing the impacts that prevent achieving the best results. The use of indicators for measuring the performance of production systems, such as indicator Overall Equipment Effectiveness (OEE), allows you to display information about the equipment, such as the availability for use, the end-product quality and performance equipment. Therefore the present study was applied in the production lines of a supplier of parts for the automotive industry, located in Campinas / SP, aims to implement OEE indicator in the measurement of product uniformity machines, to identify and quantify the motives of the charts of the machines, determine the bottleneck machine measurement, and present quantitative methods for management decision making for future investments in production lines data. After the studies, it was possible to identify the bottleneck machine with an index of 25.87% in OEE, identify which of the three pillars (quality, efficiency and availability) what else was impacted with 32.34% availability, and data availability, lack of raw material with 46.98% and 41.23% small parades, were the main reasons. All these results will help management in decision making.

Key-words: OEE, process improvement, productivity, availability.

1. Introdução

O setor automotivo vem crescendo consideravelmente nas últimas décadas, em especial com a instalação de empresas multinacionais, e a perspectiva de crescimento neste setor é contínua.

Para acompanhar o crescimento do mercado, as empresas de componentes automotivos devem estar atentas no que diz respeito à produtividade e a qualidade de seus produtos, para atender as solicitações das montadoras.

Um dos grandes desafios para o aumento da produtividade nas empresas é o uso correto e eficiente dos recursos disponíveis no processo produtivo, tanto humanos como operacionais.

A demanda por produção em alta escala com a busca incessante para redução de custos, faz com que muitas empresas busquem ferramentas e soluções que conduzam ao uso eficaz dos recursos produtivos, visando em especial a redução de custos e aumento da capacidade em um curto período.

Uma maneira de aumentar a produtividade da empresa está relacionada à melhoria da eficiência dos equipamentos industriais, através do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos - OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), na qual são analisados os aspectos de “Qualidade, Velocidade e Disponibilidade” de cada equipamento, e posteriormente, realiza-se um plano de trabalho com os colaboradores envolvidos para a redução das ineficiências detectadas no processo, e assim, fortalecer a cultura de melhoria contínua da empresa.

Portanto o presente trabalho, foi aplicado nas linhas de produção de uma empresa fornecedora de peças para o setor automotivo, localizada na região de Campinas, interior do estado de São Paulo, com o objetivo de implementar o indicador OEE nas máquinas de medição de uniformidade do produto, visando identificar e quantificar os motivos das paradas das máquinas de medição, determinar a máquina de medição gargalo, e apresentar dados quantitativos para a gerência na tomada de decisão para futuros investimentos nas linhas de produção.

2. Revisão da literatura

2.1. Manufatura Enxuta

Pensando na melhoria contínua dos processos de produção e tendo como base a metodologia de Manufatura Enxuta, é necessário identificar e eliminar os desperdícios existentes na organização. Shingo (1996) descreve de forma clara os sete desperdícios e suas características, e Alukal (2008) *apud* Raposo (2011) acrescenta um oitavo desperdício: (Figura 1):

- a) Superprodução: significa produzir excessivamente ou muito antes que o necessário, resultando em um fluxo de informações em excesso de inventário;
- b) Espera: significa grandes períodos de pessoas em ociosidade, peças e ciclos, resultando em um fluxo fraco de informações, *lead times* ou *takt times* longos;
- c) Transporte excessivo: significa movimentação excessiva de pessoas, peças, matérias primas e ferramentas, gerando gastos desnecessários de capital, tempo e energia;
- d) Processos inadequados: significa utilização de ferramentas erradas, sistemas ou procedimentos com complexidade excessiva, sendo que simples ações geram o mesmo resultado e podem ser mais efetivas;
- e) Inventário desnecessário: armazenamento excessivo que gera a falta de informação ou organização dos produtos, resultando em custos excessivos, piorando o desempenho do

serviço prestado ao cliente;

- f) Movimentação em excesso: significa a desorganização do ambiente de trabalho, resultando no baixo desempenho de aspectos como a ergonomia e segurança, e podendo também causar a perda de itens;
- g) Defeitos: problemas frequentes decorrentes do processo, qualidade do produto e baixo desempenho na entrega.
- h) Criatividade inaproveitada: quando não é utilizado o conhecimento dos colaboradores em idéias para melhoria e otimização do processo.

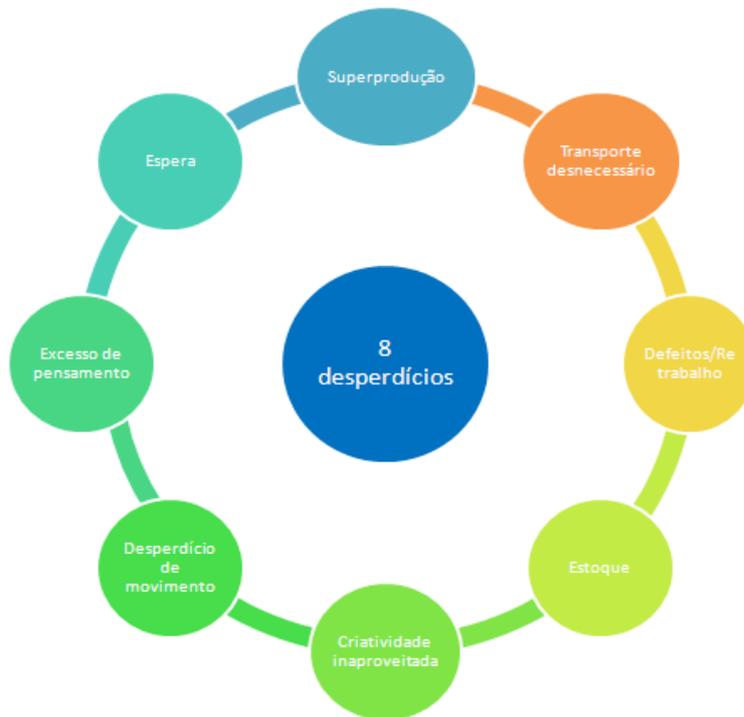


Figura 1 – Os Oito Desperdícios da Manufatura Enxuta
 Fonte: Autor (2014)

A redução e eliminação dos desperdícios ocorrem com a obtenção de melhorias em todo o sistema. Segundo Cabeça (2010), Leite (2006) e Fernandes (2006) é necessária a utilização de ferramentas, como:

- a) JIT (*Just in Time*);
- b) Kaizen (Melhoria Contínua);
- c) 5S (Ferramenta de organização);
- d) Análise do gargalo;
- e) KPI (Indicadores de Desempenho);
- f) Kanban (Sistema Puxado);
- g) OEE (Eficiência Global de Equipamentos).

Tendo como base os conceitos da metodologia da Manufatura Enxuta e executando a eliminação de desperdícios, as empresas estarão eliminando os custos que não agregam valor ao cliente, reduzindo seus custos internos e sempre buscando a melhoria contínua de seus processos e operações.

Segundo Costa e Jardim (2010), existem 5 passos a serem utilizados para a execução do pensamento enxuto, são eles:

- a) Identifique o que é valor para o cliente;
- b) Mapeie o fluxo de produção e identifique os desperdícios;
- c) Implante o fluxo contínuo;
- d) Deixe o cliente puxar a produção;
- e) Busque a perfeição.

2.2. Manutenção Produtiva Total (TPM)

Segundo Raposo (2011) os Pilares da Manutenção Produtiva Total, conhecida como TPM do inglês *Total Productive Maintenance*, são as bases para as melhorias no processo, o que promove o envolvimento da organização como um todo e leva-a a redefinir suas metas para redução de falhas, quebras e defeitos zero (Figura 2).

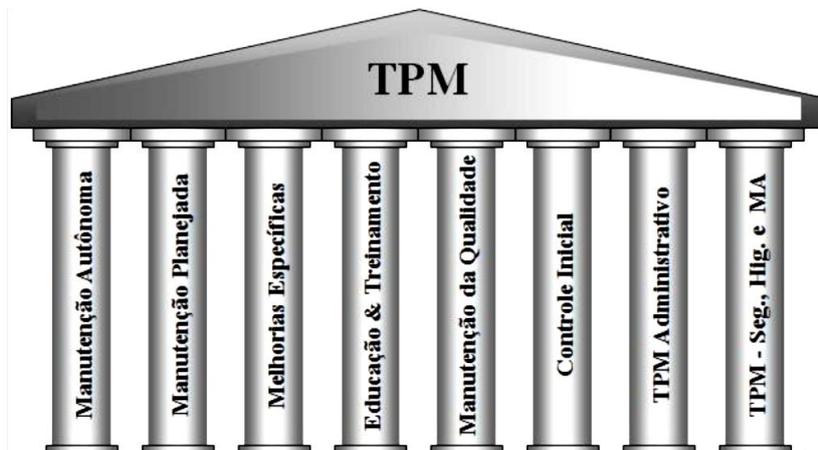


Figura 2 – Pilares do TPM
Fonte: Adaptado de Ortis (2014)

Segundo Slack *et al* (2008) no Japão, onde TPM se originou, ela é vista como uma expressão natural na evolução de “manutenção corretiva” para manutenção preventiva. A TPM adota alguns dos princípios de trabalho em equipe, e autonomia, bem como uma abordagem de melhoria contínua para prevenir falhas. Também vê a manutenção como um assunto de toda a empresa, para o qual todas as pessoas podem contribuir de alguma forma. É análogo à abordagem de gestão de qualidade total. A TPM visa estabelecer boa prática de manutenção na produção por meio das cinco metas da TPM:

- a) Melhorar a eficiência do equipamento;
- b) Realizar manutenção autônoma;
- c) Planejar a manutenção;
- d) Treinar todo pessoal em habilidades relevantes à manutenção;
- e) Conseguir gerir os equipamentos logo no início.

Segundo Tondato (2004), a forma de medição precisa do desempenho da ferramenta TPM é através de indicadores que possibilitam identificar o grau de eficiência dos equipamentos, índices de qualidade de produtos e processos, números de acidentes e grau de incremento na capacidade profissional dos funcionários.

2.3. Indicadores de Desempenho

Os indicadores de desempenho são índices que relacionam as metas da organização com a situação atual de seus processos. Segundo Bastos (1996), os indicadores são essenciais para a gestão de uma organização com a finalidade de evidenciar as necessidades de ações de melhoria e verificação dos efeitos das mesmas.

Segundo Slack *et al* (2008), indicadores de desempenho são ferramentas utilizadas pela organização para identificar níveis e serviços atingidos e prontos de oportunidade e é imprescindível que a empresa ao implantar os indicadores de desempenho, consiga identificar onde está e principalmente que nível de excelência quer atingir.

Os indicadores fornecem informações que serão utilizadas a um nível gerencial e/ou operacional. Desta forma, apontam as direções na qual os esforços de melhorias devem ser direcionados. Sabendo da importância dos indicadores, Bastos (1996) afirma que sem eles não há como identificar oportunidades de melhorias e ações a serem tomadas para sustentá-las.

2.4. Eficiência Global de Equipamentos – OEE

O índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) permite através de seu índice, conhecer o desempenho dos equipamentos de produção. Tendo como base um adequado tratamento de dados, é possível verificar a evolução do índice, o reflexo das ações implementadas nos equipamentos e também os eventuais retrabalhos (MOELLMANN *et al*, 2006).

Hansen (2006) apud Ribeiro (2010), afirma que nos dias atuais, para uma medição eficaz de atendimento dos objetivos e metas de uma organização é necessário medi-los, não só de forma financeira mais também através de indicadores de medição no processo produtivo, como o OEE.

Segundo Chiaradia (2004), a principal característica do OEE é identificar as perdas do processo produtivo, que faz com que a empresa não alcance a capacidade máxima de disponibilidade dos equipamentos.

A Figura 3 apresenta os três pilares de medição do indicador OEE (HANSEN, 2006 apud RIBEIRO, 2010):



Figura 3 – Índices do OEE

Fonte: Adaptado de Santos (2007)

- Disponibilidade: Capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado;
- Eficiência: que almeja a máxima utilização do equipamento, buscando redução ou eliminação de possíveis paradas ou reduções de velocidade;
- Qualidade: caracterizada como a relação entre a qualidade de produtos conformes e o total de produtos fabricados buscando a ausência de defeitos ou retrabalhos.

Segundo Busso e Miyake (2013) entende-se por OEE o tempo em que houve agregação do valor ao produto e o tempo de carregamento de máquina, descontando as perdas de disponibilidade, eficiência e qualidade (Figura 4).



Figura 4 – Perdas do sistema
Fonte: Adaptado de Kaizeng (2014)

O OEE permite um aumento na capacidade do equipamento e sendo assim, recomenda-se focar o monitoramento do indicador nos gargalos da planta (PINTELLON, 2010 *apud* CAVALCANTE, 2012), permitindo que através da melhora do equipamento, melhore também o rendimento de toda a planta. Esse resultado é possível em decorrência do gerenciamento de restrições que é uma abordagem que reconhece o papel que representa a restrição no desempenho final do sistema produtivo de maneira global (GOLDRATT, 1990).

Segundo Hansen (2006) *apud* Ribeiro (2010), uma classificação global que pode ser seguida para o cálculo do OEE é a seguinte:

- Menor que 65% - inaceitável e o processo deverá sofrer ações o mais rápido possível;
- Entre 65% e 75% - o processo é considerado bom;
- Entre 75% e 85% - o processo é considerado muito bom, demonstrando potencial para agir em nível mundial;
- Acima de 85% - o processo é considerado equivalente a empresa de classe mundial.

3. Estudo de caso

O presente estudo de caso, foi realizado em uma empresa de fabricação de rodas de aço (rodas de liga leve para veículos automotivos) da região de Campinas/SP, com 1000 funcionários trabalhando em três turnos.

3.1. Processo de fabricação e controle dimensional do produto

A Figura 5 apresenta o processo produtivo de rodas, utilizado pela empresa, detalhando os

setores e os procedimentos envolvidos.

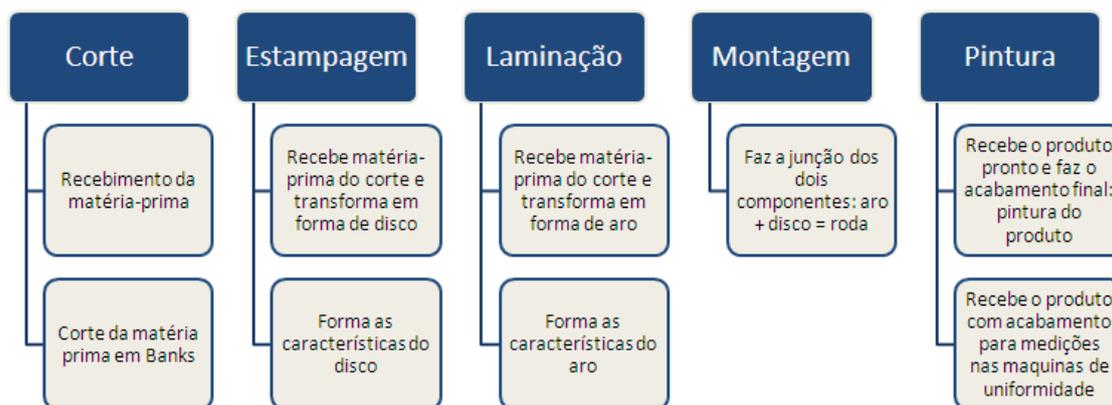


Figura 5 – Processo produtivo de rodas

Fonte: Autor (2014)

Após o processo de pintura, o produto é encaminhado para a medição da uniformidade (oscilação radial e axial) em máquinas instaladas na linha de produção a fim de verificar se os produtos estão em conformidade (Figura 6).

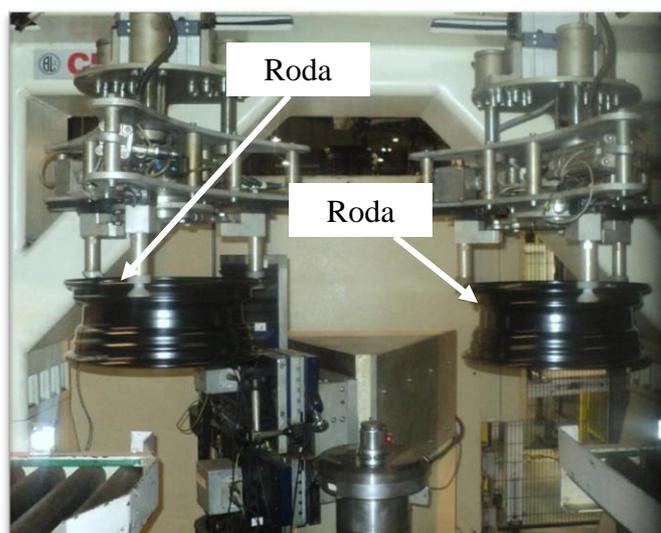


Figura 6 – Máquina de Uniformidade

Fonte: Autor (2014)

A uniformidade do produto (oscilação radial e axial) deve ser controlada a fim de obter o comportamento harmônico, e conseqüentemente, minimizar os efeitos com oscilações e vibrações excessivas que provocam ruídos e desconforto ao condutor do veículo (Figura 7).

Tais características são inerentes ao processo, ou seja, acontecem em função da junção dos componentes da roda (aro e disco) por meio do processo de soldagem, não sendo possível eliminar o defeito, somente minimizá-lo. Essas características devem ser identificadas pelas máquinas de uniformidade no momento da medição.

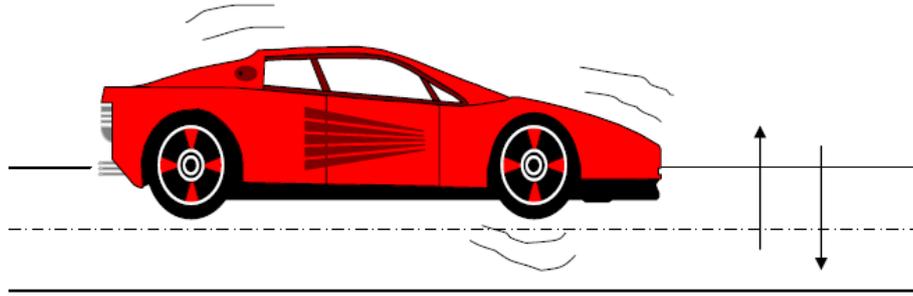


Figura 7 – Oscilação da roda montada no veículo
Fonte: Autor (2014)

Cada produto (modelo de rodas) tem especificação diferenciada, desta forma, a máquina conta com um sistema computacional integrado que identifica o modelo de roda e determina se está dentro ou fora das especificações.

3.2. Medição e controle do sistema

Durante o processo de fabricação e controle dimensional do produto descrito anteriormente, foi detectado que as máquinas de uniformidade, permaneciam improdutivas (paradas) durante o processo produtivo. Com isso, era necessário que os produtos finalizados pela linha de produção (processos anteriores a medição) e que estavam aguardando a medição, fossem transferidos para o estoque para serem medidos posteriormente, com o propósito de não parar a linha de produção total.

Neste caso, os produtos enviados e armazenados no estoque de espera posteriormente voltariam para as máquinas de medição para que os produtos fossem medidos, o que gerava custos adicionais para a organização relacionada à: armazenamento e movimentação dos produtos, alocação de turnos extras aos finais de semana para a medição dos produtos, dentre outros fatores envolvidos neste processo.

As paradas das máquinas de medição ocorriam por diversos fatores: falha elétrica, falha mecânica, falta de produto, manutenção pelo operador, descanso, *setup*, entre outros. Sendo assim, os operadores acionavam as áreas de suporte para correção dos problemas (que ocasionavam as paradas), porém, a organização não tinham dados quantitativos do problema, relacionada ao tempo total da parada, motivo da parada, gráficos evidentes e outras ferramentas que pudessem comprovar o ocorrido.

No caso, a organização tinha conhecimento dos motivos das paradas, relatada pelos operadores, porém, estes motivos de paradas não eram apresentadas de forma quantitativa o quanto cada atividade contribuía com que as máquinas de medição ficassem improdutivas (paradas). Portanto, foi realizado um estudo para implementar o Indicador OEE para as máquinas de uniformidade, com o propósito de identificar e conhecer melhor os motivos das paradas das máquinas.

3.3. Implementação do Indicador OEE

Foi criado um time multifuncional para a implementação do OEE, envolvendo área de PCP, produção, engenharia do produto e engenharia de manufatura, com o objetivo de executar ações que resultariam na implementação do indicador de OEE nas 5 máquinas de uniformidade do processo produtivo.

O time multifuncional levantou a necessidade da criação de um documento que serviu como base para coleta de todos os dados na geração do OEE. Desta forma, o departamento de PCP, elaborou o documento contendo informações necessárias para acompanhamento do lote do produto. Este documento é emitido no sistema integrado da máquina ao início de cada lote de

produto, e por meio desse documento era possível comparar o quanto foi programado para a máquina trabalhar (programação do PCP) em relação ao quanto a máquina realmente trabalhou.

Se tratando de novos procedimentos, foi necessário qualificar os operadores para que os mesmos pudessem exercer as novas atividades geradas para a coleta dos dados.

3.3.1. Qualidade

Todas as vezes que a máquina recebe produtos não conformes, o pilar qualidade é impactado, pois, entende-se que o tempo em que a máquina está perdendo em medir produtos bons, a mesma poderia estar medindo peças boas. Sendo assim, quanto mais produtos não conformes passarem pela máquina, mais o seu índice de qualidade vai ser impactado (redução do índice).

3.3.2. Eficiência

Os dados que irão impactar no pilar de eficiência são calculados automaticamente pelo sistema integrado do equipamento. O mesmo fará uma comparação do tempo padrão de medição (tempo de ciclo) com o tempo real da linha (tempo real de medição). Através dessa comparação podem-se identificar os produtos mais críticos para medição, ou seja, aqueles que se devem ter mais atenção, e priorizar os trabalhos para tornar as medições mais eficientes.

3.3.3. Disponibilidade

Após a implementação do indicador, todas as vezes que a máquina não estiver produzindo, o operador deve lançar o motivo da parada no sistema integrado da máquina. Desta forma é possível identificar de forma quantitativa o tempo real das paradas de máquina e as paradas mais frequentes (em minutos). Sendo assim, pode-se obter dados quantitativos para corrigi-los na busca da melhoria continua e maior aproveitamento do equipamento.

4. Resultados e Discussões

Após a implementação do indicador OEE nas máquinas de uniformidade, foi possível identificar o índice de desempenho dos equipamentos estudados. Por meio do sistema automático de apontamento interno da empresa, foi possível analisar a situação atual das máquinas de medição em relação ao seu desempenho.

Na busca da melhoria continua e para análise do melhor desempenho dos equipamentos, foi realizada uma coleta de dados no período de 30 dias em um turno de trabalho, para verificação dos pontos gargalos para futuras correções.

A Figura 8 apresenta o resultado da estratificação dos dados realizados pela empresa, para identificar o indicador OEE para cada máquina de medição.

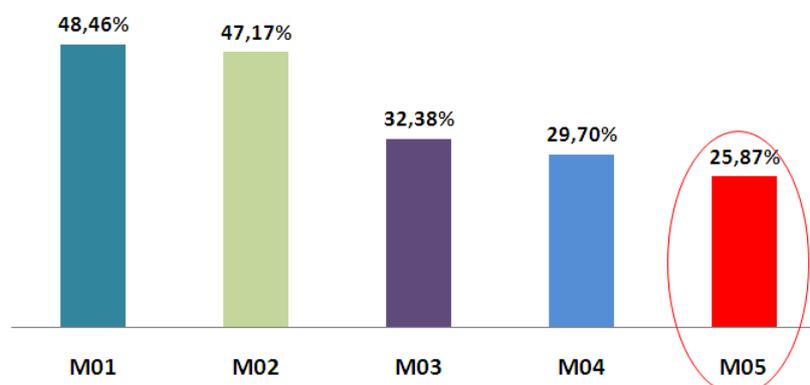


Figura 8– OEE das 5 máquinas
Fonte: Autor (2014)

Como pode ser observado, das 5 (cinco) máquinas em estudo, a máquina M05 era a que demonstrava o menor índice de OEE, com 25,87%.

Portanto ficou definido, que o aprofundamento do estudo do índice OEE, teria como base a máquina M05, por ser a máquina que apresentava o menor índice. Para isso foi feita a estratificação dos dados da máquina M05, relacionados aos pilares do OEE (Qualidade, Eficiência e Disponibilidade), a fim de detectar qual dos pilares do OEE mais impactava no desempenho produtivo da máquina (Figura 9)

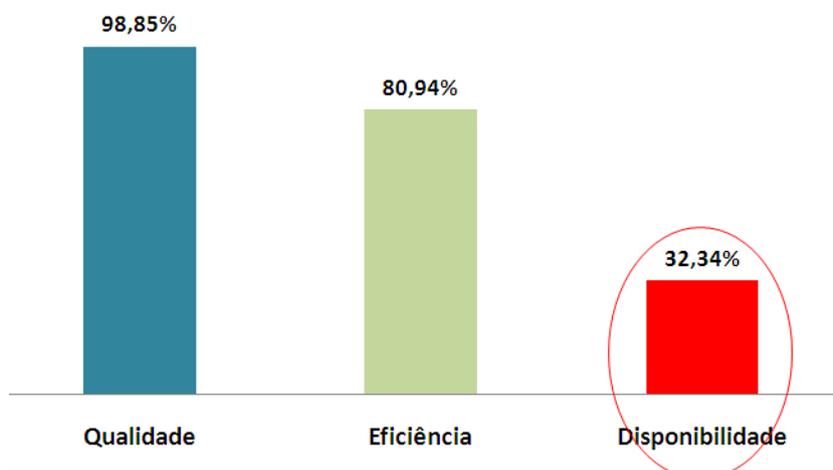


Figura 9 – Pilares do OEE da Máquina M05
Fonte: Autor (2014)

Como pode ser observado, o pilar que mais impactou no desempenho produtivo da máquina M05 foi o pilar disponibilidade, que são paradas durante a produção, que resultou em 32,34%.

Com a identificação da disponibilidade, como o menor índice dentre os 3 pilares do OEE, foi feita a estratificação dos dados, para analisar quais dos motivos das paradas, comprometia o índice de disponibilidade da máquina M05. A Figura 10 apresenta este resultado.

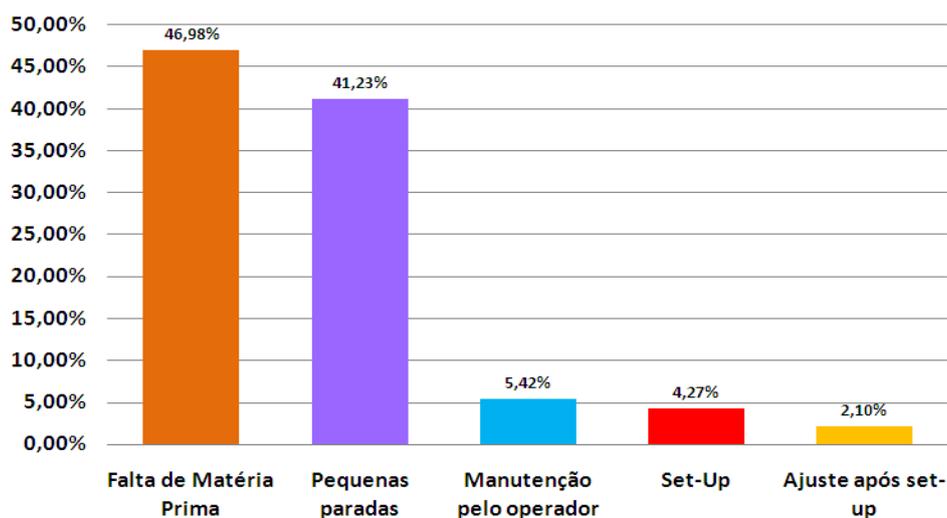


Figura 10 – Motivos de parada da máquina M05 - Disponibilidade
Fonte: Autor (2014)

Como pode ser observado, as paradas que apresentaram maior frequência foram a falta de matéria prima com 46,98% e pequenas paradas 41,23%, estes motivos eram relacionados

quando a máquina ficava parada aguardando o produto final para medição e os ajustes realizados pelos operadores.

5. Considerações Finais

Após a implementação do indicador OEE, foi detectado pela empresa, grande melhoria no processo produtivo, conforme apresentado na Tabela 1:

Resultados	Comentários
Identificação das paradas de máquina	Conhecimento <i>online</i> dos motivos de paradas de máquina; motivo na qual a máquina não está produzindo.
Acompanhamento <i>online</i> do total de peças produzidas	Visualização <i>online</i> através do sistema integrado nas máquinas do total de peças produzidas de um determinado lote do produto.
Acompanhamento <i>online</i> das peças reprovadas	Visualização <i>online</i> das peças não conformes, reprovadas pelo equipamento para tomadas de ações corretivas.
Identificação dos produtos críticos (os que reprovam com mais frequência)	Conhecimento dos produtos que reprovam com maior frequência nas máquinas.
Correção mais rápida dos problemas (paradas)	Dados <i>online</i> pelo sistema integrado da máquina (OEE)
Redução de peças no estoque	Maior aproveitamento dos equipamentos (identificação das paradas e correções das mesmas).
Dados evidentes para reportar a gerência	Dados quantitativos para gerência na tomada de decisões (futuros investimentos) .
Dados indicativos para tomada de ações	Indicador de desempenho (OEE) para tomada de ações preventivas e corretivas.
Melhorias no processo de medições	Identificações dos pilares gargalos (disponibilidade, eficiência e qualidade) e melhoria do sistema gargalo.
Treinamento e maior envolvimento dos operadores na gestão do indicador	Qualificação dos operadores; maior envolvimento no processo (pessoas chaves do processo)
Indicador se tornou oficial na empresa (para tomadas de ações e acompanhamento de ações)	Indicador de desempenho será acompanhado através de meta

Fonte: Autor (2014)

Tabela 1 – Resultados

Através da aplicação do Indicador OEE, foi possível estratificar os dados e identificar a máquina gargalo do processo, quantificar os motivos das paradas, o que possibilita a empresa desenvolver e aplicar planos de ações corretivas e preventivas para assim, eliminar as causas que resultam nas paradas de máquina e melhorar a produtividade do processo produtivo.

Referências

BASTOS, A. L. A.; DAMM, H.; LUNA M. M. M. *Estruturação de indicadores de desempenho como interface entre estratégias e ações gerenciais*. In: VIII CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO (CONVIBRA). *Anais VIII Convibra* 2012.

BUSSO, C. M.; MIYAKE, D. I. *Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica*, USP, 2013.

CABEÇA, M. C.; SILVA, I. B.; BENEVIDES, G. *Análise comparativa do uso das ferramentas de gestão de Lean Manufacturing e Seis Sigma: estudo de caso*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 30., 2010, São Carlos. *Anais...* São Carlos: Abrepro, 2010.

CAVALCANTE C.C. et al. *Implementação da metodologia de gestão de OEE em fábrica de refratários: SEPRONE*, 2014.

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.

COSTA R.S.; JARDIM E.G.M. - *OS CINCO PASSOS DO PENSAMENTO ENXUTO (LEAN THINKING)*, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.trilhaprojetos.com.br>>. Acesso em: 8 abr. 2013.

FERNANDES, P. M.G.; RAMOS, A. W. *Considerações sobre a integração do Lean Thinking com o Seis Sigma*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 26., 2006, São Carlos. Anais... São Carlos: Abrepro, 2006.

GOLDRATT M. G. *A meta: um processo de melhoria contínua*. 2ª edição revista e ampliada. Tradução de Thomas Corbett Neto. 1990.

KAIZENG. *Dicas para quem deseja implantar OEE*. Disponível em: <<http://www.kaizeng.com.br/index.php?menu=noticia&id=13>>. Acesso em: 4 set. 2014

LEITE. W. R. *Sistema de administração da produção just in time (JIT)*. Pós Graduação LAT-SENSU. Belo Horizonte. Agosto, 2006.

MOELLMANN. A. H.; ALBUQUERQUE, A.S.; CONTADOR, J.L.; MARINS, A.S. *Aplicação da teoria das restrições e do indicador de eficiência global do equipamento para melhoria de produtividade em uma linha de fabricação*. Revista Gestão Industrial, 2006.

RAPOSO, C. F. *Overall Equipment effectiveness: Aplicação em uma Empresa do Setor de Bebidas do Pólo Industrial de Manaus*. Revista Produção Online, Florianópolis, v.11, n. 3, p. 648-667, jul./set., 2011. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/529/815>>. Acesso em: 29 abr. 2013.

RIBEIRO, G. L. M.; PAES, R. L.; NETO, F. J. K. *Aplicação da Metodologia OEE para produtividade do processo de descoberta de carvão mineral em uma mina a céu aberto*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 30., 2010, São Carlos. Anais... São Carlos: Abrepro, 2010

SANTOS;A.C.O; SANTOS;M.J - *Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (oe) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso*. XXVII encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, 2007.

SHINGO, SHIGEO. *O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de vista da engenharia de produção*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Medicas, 1996.

SLACK, N. et al. *Administração da Produção*. 2a. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TONDATO, R. *Manutenção produtiva total: estudo de caso na indústria gráfica*. 2004. 119f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia com Ênfase em Gerência da Produção)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

ORTIS, R. A. B. *A implantação do programa tpm na área de estamparia da Volkswagen – Taubaté: análise de resultados*. 2004. 98f Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Industrial)-Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.