

Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção

IMPLEMENTAÇÃO DO INDICADOR DE EFICIÊNCIA GLOBAL DE EQUIPAMENTOS (OEE) PARA IDENTIFICAR O IMPACTO DA DISPONIBILIDADE DAS MÁQUINAS EM LINHAS DE PRODUÇÃO

Thaynara Sousa¹

Ivan Correr²

Lucas Scavariello Franciscato³

Ricardo Scavariello Franciscato⁴

Carlos Eduardo Francischetti⁵

RESUMO: 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, 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 do setor automotivo, com o 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, 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.

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

1 INTRODUÇÃO

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

¹ Bacharel em Administração, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, Limeira, São Paulo, Brasil. thaynara.sousa1@hotmail.com

² Mestrado em Gestão da Produção, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, Professor, Limeira, São Paulo, Brasil. icorrer@yahoo.com.br

³ Especialista em Gestão da Produção, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, Professor, Limeira, São Paulo, Brasil. lucas.scavariello@gmail.com

⁴ Especialista em Gestão da Produção, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, Professor, Limeira, São Paulo, Brasil. ricardo.franciscato@yahoo.com.br

⁵ Doutor em Economia, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, Professor, Limeira, São Paulo, Brasil. cefrancischetti@gmail.com

dos recursos produtivos, visando em especial a redução de custos e aumento da capacidade em um curto período (ATTADIA; MARTINS, 2003)

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 (BUSSO; MIYAKE, 2013).

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 Raposo (2011) acrescenta um oitavo desperdício: (Figura 1):

- Superprodução: significa produzir excessivamente ou muito antes que o necessário, resultando em um fluxo de informações em excesso de inventário;
- Espera: significa grandes períodos de pessoas em ociosidade, peças e ciclos, resultando em um fluxo fraco de informações, lead times ou *takt times* longos;
- Transporte excessivo: significa movimentação excessiva de pessoas, peças, matérias primas e ferramentas, gerando gastos desnecessários de capital, tempo e energia;
- 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;

- 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;
- 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;
- Defeitos: problemas frequentes decorrentes do processo, qualidade do produto e baixo desempenho na entrega.
- Criatividade subutilizada: quando não é utilizado o conhecimento dos colaboradores em ideias para melhoria e otimização do processo.

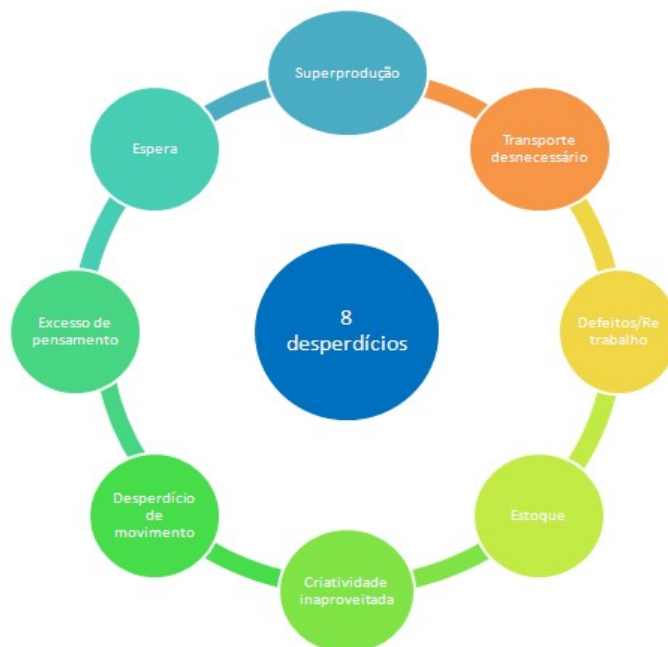


Figura 1 – Os Oito Desperdícios da Manufatura Enxuta
Fonte: Elaborado pelos autores

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:

- JIT (*Just in Time*);
- Kaizen (Melhoria Contínua);
- 5S (Ferramenta de organização);
- Análise do gargalo;
- KPI (Indicadores de Desempenho);

- *Kanban* (Sistema Puxado);
- 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 continua de seus processos e operações.

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

- Identificar o que é valor para o cliente;
- Mapear o fluxo de produção e identifique os desperdícios;
- Implantar o fluxo contínuo;
- Deixar o cliente puxar a produção;
- Buscar a perfeição.

2.2 Manutenção produtiva total (TPM)

Segundo Raposo (2011) os Pilares da Manutenção Produtiva Total, conhecida como TPM (*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).

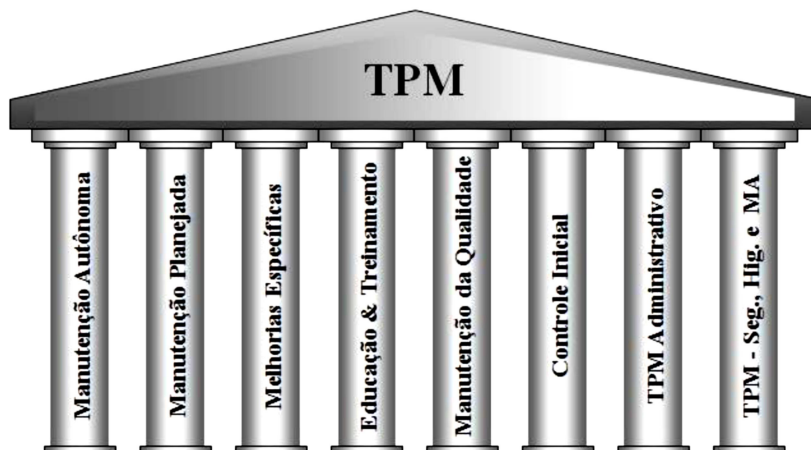


Figura 2 – Pilares do TPM
Fonte: Adaptado de Ortis (2014)

Segundo Slack *et al* (2008), no Japão onde a TPM se originou, ela é vista como uma expressão natural na evolução de “manutenção corretiva” para manutenção preventiva e adota alguns dos princípios de trabalho em equipe, e autonomia, bem como uma abordagem de

melhoria continua para prevenir falhas. A aplicação da TPM visa estabelecer a boa prática de manutenção na produção por meio das cinco metas:

- Melhorar a eficiência do equipamento;
- Realizar manutenção autônoma;
- Planejar a manutenção;
- Treinar todo pessoal em habilidades relevantes à manutenção;
- 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 *et al.* (2012), 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 *et al.* (1996) afirma que sem eles não há como identificar oportunidades de melhorias e ações a serem tomadas para sustentá-las.

2.3 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), 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 mas 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):

- 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.



Figura 3 – Índices do OEE
Fonte: Adaptado de Kaizeng (2014)

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)

A aplicação do OEE permite aumento na capacidade do equipamento e sendo assim, recomenda-se focar o monitoramento do indicador nos gargalos da planta (PINTELON; MUCHIRI, 2010), 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), 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 METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa, foi realizada 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

Este artigo possui abordagem quantitativa de caráter exploratório e natureza aplicada, uma vez que o local que a pesquisa foi realizada serviu como fonte de coleta de dados, análise do efeito das ações e avaliação dos resultados. Por meio do aprimoramento de ideias do objeto de estudo (revisão bibliográfica, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas e

análise de exemplos que facilitem a compreensão) os conhecimentos adquiridos foram aplicados na prática, voltados à resolução do problema (GIL, 2002).

A pesquisa desenvolvida classifica-se como pesquisa-ação uma vez que para a resolução do problema coletivo, há interação entre os pesquisadores e os envolvidos na situação investigada, além disso, a pesquisa-ação possibilita o reconhecimento visual do local, a consulta a documentos já existentes sobre o objeto de estudo e principalmente a comunicação livre entre os participantes da pesquisa (GIL, 2002).

Proveniente da investiga-ação, que define-se como um termo para processos que utiliza ciclos para aprimorar a implementação de determinada ação mantendo a investigação, a pesquisa-ação também utiliza de ciclos para gerar mudanças de melhorias no processo, mantendo simultaneamente o aprendizado tanto da prática quanto da investigação, por este motivo, o ciclo da Figura 5 – Fases do ciclo básico da investiga-ação aplica-se também a pesquisa-ação e portanto foi utilizado durante desenvolvimento do estudo em questão (TRIPP, 2005).

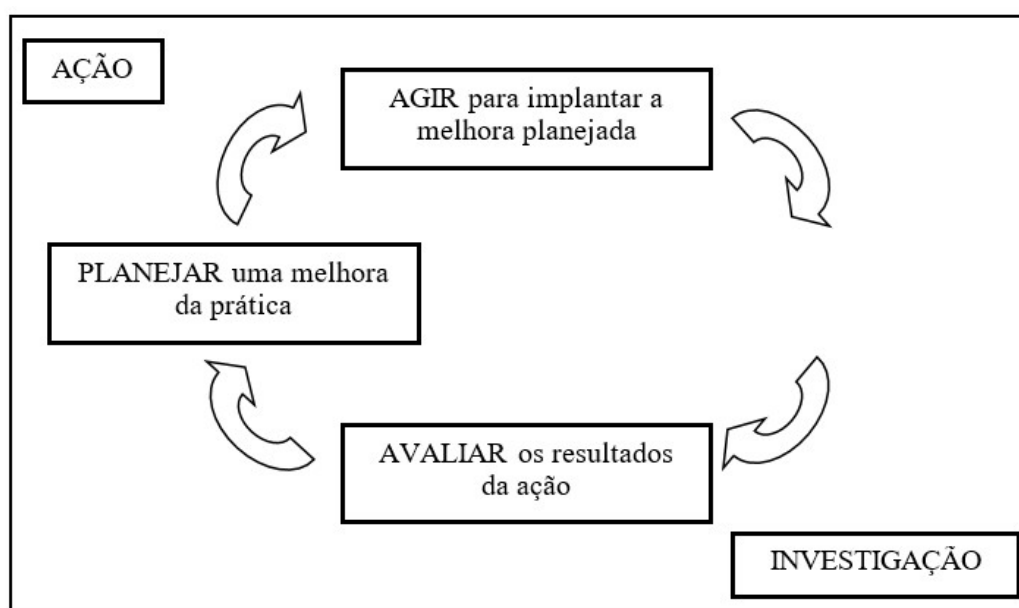


Figura 5 – Fases do ciclo básico da investiga-ação
Fonte: Adaptado de Tripp (2005)

A Figura 6 apresenta o processo produtivo de rodas, utilizado pela empresa, detalhando os setores e os procedimentos envolvidos.



Figura 6 – Processo produtivo de rodas
Fonte: Elaborado pelos autores

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 7).

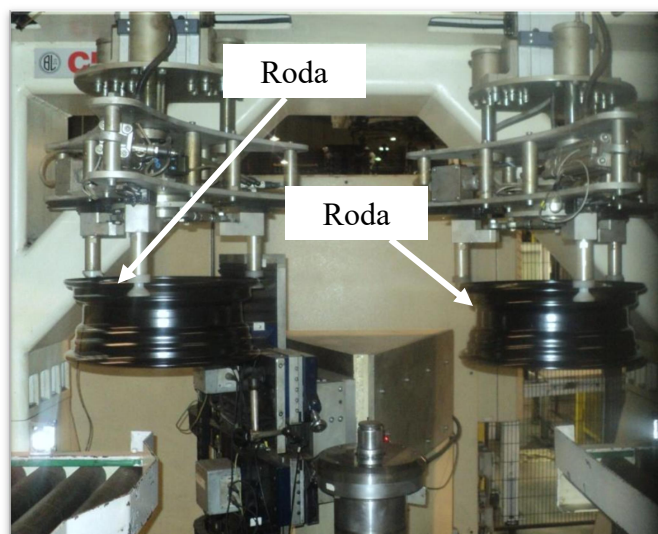


Figura 7 – Máquina de Uniformidade
Fonte: Elaborado pelos autores

A uniformidade do produto (oscilação radial e axial) deve ser controlada a fim de obter o comportamento harmônico, e consequentemente, minimizar os efeitos com oscilações e vibrações excessivas que provocam ruídos e desconforto ao condutor do veículo (Figura 8).

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.

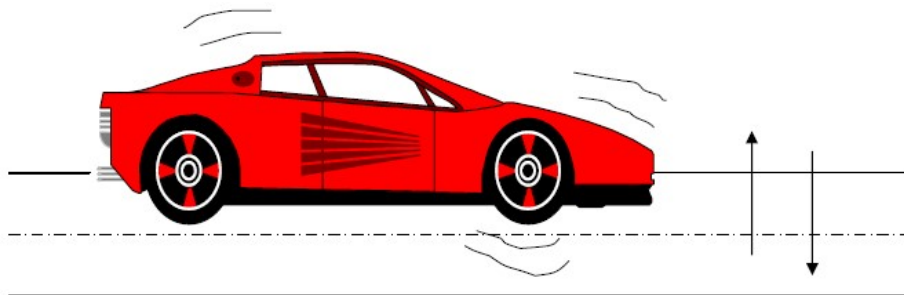


Figura 8 – Oscilação da roda montada no veículo
Fonte: Elaborado pelos autores

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 voltavam 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 aconteciam 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 tinha dados 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 apresentados 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 criada uma equipe multifuncional para a implementação do OEE, envolvendo área de planejamento e controle de produção (PCP), produção, engenharia de 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.

A equipe multifuncional detectou a necessidade da criação de um documento para coleta de todos os dados na geração do OEE. Desta forma, foi elaborado pelo departamento de PCP, um documento contendo informações necessárias para acompanhamento do lote do produto. Este documento era 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

Na linha de produção da empresa, todas as vezes que a máquina recebe e processa produtos não conformes, o pilar qualidade é impactado diretamente, pois, o tempo em que a máquina está perdendo em medir produtos não conformes, a mesma poderia estar medindo peças boas. Sendo assim, o índice de qualidade é 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 contínua 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 contínua 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 verificar os pontos gargalos para futuras correções.

A Figura 9 apresenta o resultado da estratificação dos dados coletados pela empresa, para identificar o indicador OEE para cada máquina de medição.

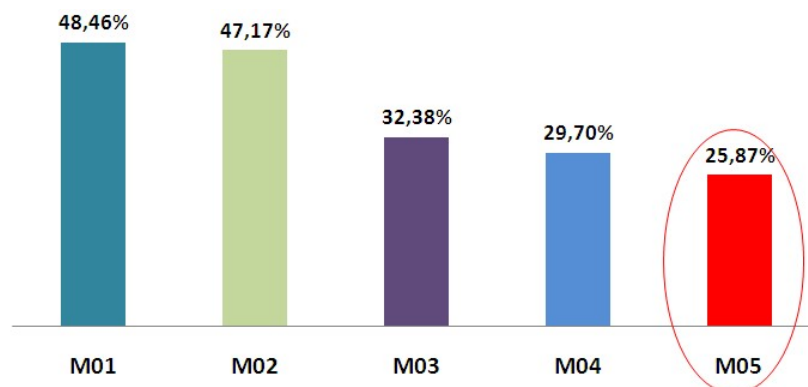


Figura 9– OEE das 5 máquinas
Fonte: Elaborado pelos autores

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 definiu-se 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 10)

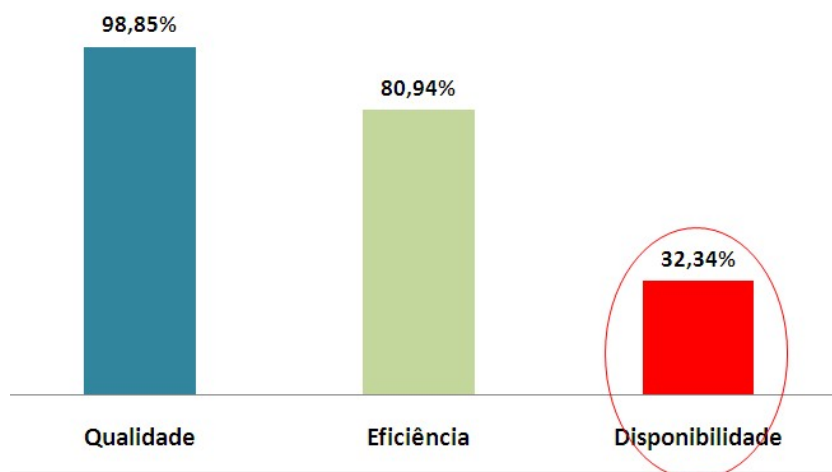


Figura 10 – Pilares do OEE da Máquina M05
Fonte: Elaborado pelos autores

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 11 apresenta este resultado.

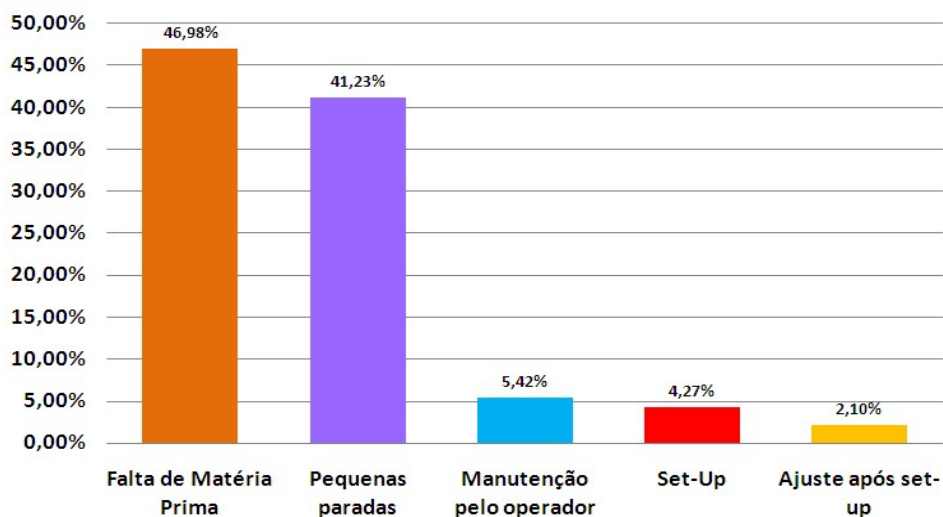


Figura 11 – Motivos de parada da máquina M05 - Disponibilidade
Fonte: Elaborado pelos autores

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.

Após a implementação do indicador OEE, foi detectado pela empresa, grande melhoria no processo produtivo, conforme apresentado no Quadro 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

Quadro 1 – Resultados
Fonte: Elaborado pelos autores

Por meio 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.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos objetivos propostos do presente artigo e diante dos dados coletados conforme a metodologia definida e dos resultados obtidos, foi possível:

- Identificar e quantificar os motivos das paradas das máquinas, conforme apresentados na Figura 10 e 11;
- Identificar a máquina de medição gargalo (Figura 9);
- Apresentar um diagnóstico para auxiliar a gerência na tomada de decisão para futuros investimentos nas linhas de produção (Quadro 1)

Adicionalmente, sugere-se trabalhos futuros do estudo sobre a implementação do indicador OEE nas máquinas de medição de uniformidade do produto, bem como de outros temas relacionados aos indicadores OEE que não foram objetos de estudo.

7 REFERÊNCIAS

ATTADIA, L. C. L.; MARTINS, R. A. Medição de desempenho como base para a evolução da melhoria contínua. **Revista Produção**. v.13, N.2, p.33-41, 2003.

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. **Production**, v.23, n.2, abril/jun, 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: Abepro, 2010.

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) PPGE/UFRGS, Porto Alegre, 2004.

COSTA R.S.; JARDIM E.G.M. **Os cinco passos do pensamento enxuto (lean think)**. 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: Abepro, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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

HANSEN, R.C. **Eficiência Global dos Equipamentos – uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre, Bookman, 2006

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 LATO-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**, v.02, n.01, p.89-105, jan-mar 2006.

PINTELON, L.; MUCHIRI, P. Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness (OEE): Literature Review & Practical Application Discussion. **International Journal of Production Research**, 2010.

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.

SHINGO, S. **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.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005

TONDATO, R. **Manutenção produtiva total: estudo de caso na indústria gráfica**. (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** (Especialização em Gestão Industrial) - Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

Originais recebidos em: 05/02/2015

Aceito para publicação em: 30/06/2016