

Impacto do Indicador OEE na melhoria dos resultados na gestão da produção: Estudos de Caso

Amanda Cristina Eloy de Oliveira (Faculdade de Jaguariúna) amanda-eloy.oliveira@hotmail.com
Carolina Ramos de Bortoli (Faculdade de Jaguariúna) carolinarbortoli@hotmail.com
Camila Gabrielle Rulim (Faculdade de Jaguariúna) camila.rulim@gmail.com
Renato Luis Garrido Monaro (Faculdade de Jaguariúna) prof.renatomonaro@gmail.com

Resumo:

É cada vez mais essencial o uso de indicadores para a medição do sistema de manufatura a fim de auxiliar na resolução dos problemas e na redução dos desperdícios através do conceito de *Lean Manufacturing*, buscando a melhoria contínua tanto dos processos quanto dos produtos. Desta forma, o presente artigo apresenta, através de estudos de caso, qual é o impacto da utilização do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) nas empresas, tendo como base os dados coletados em duas empresas antes e após a implantação deste indicador. Foram avaliados os três indicadores que compõem o OEE: disponibilidade, qualidade e desempenho. Como resultado comprovou-se que as empresas que trabalham com o indicador possuem um menor tempo de reação aos problemas e tomadas de decisões mais ágeis.

Palavras chaves: OEE, Melhoria Contínua, *Lean Manufacturing*.

Impact of OEE Indicator to Improve Performance in Production Management: Case Studies

Abstract:

It is increasingly essential the use of indicators for measuring the manufacturing system in order to assist in solving problems and in reducing waste through the concept of *Lean Manufacturing*, aiming to continuously improve of both processes and products. Thus, this study presents, through case studies, which is the impact of the use of the OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) indicator in companies, based on the data from two companies before and after the implementation of this indicator. The three indicators that make up the OEE were evaluated: availability, quality and performance. As a result it was shown that companies that work with the indicator have less time to react to problems and decision making are more agile.

Key-words: OEE, *Continuous Improvement*, *Lean Manufacturing*.

1. Introdução

A necessidade de produzir sempre mais, com menor utilização de recursos e no menor espaço de tempo torna o mercado cada vez mais competitivo. Por isso, a medição e análise dos sistemas produtivos são essenciais para as indústrias que buscam manter-se no mercado, a fim de detectar e resolver os problemas, contribuindo para a melhoria contínua de todo o processo.

Portanto, existe a necessidade de melhorar a eficiência dos equipamentos e essas melhorias

podem ser obtidas através de cálculos e análises para determinar a eficiência produtiva de um determinado processo e identificar e eliminar os desperdícios do processo de fabricação. Segundo Raposo (2011, p.656), “os indicadores de desempenho são a representação racional, objetiva e quantitativa do desempenho, utilizada pelos gestores visando o alcance das metas operacionais e estratégicas definidas pelas empresas”.

Sendo assim, para realização da melhoria na eficiência dos equipamentos, uma importante ferramenta utilizada é a TPM (*Total Productive Maintenance* - Manutenção Produtiva Total), que facilmente pode ser relacionada aos conceitos do *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) que, de acordo com Nakajima (1984) apud Albertin et al. (2012), participa das seguintes características: maximização da eficiência dos equipamentos; manutenção preventiva rigorosa durante o ciclo de vida do equipamento, aplicação em diversos departamentos e envolvimento de todos os funcionários.

Na TPM, um dos indicadores utilizados para o acompanhamento da eficiência dos equipamentos é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness* – Eficiência Global do Equipamento) que, segundo Ribeiro et al. (2010) é um indicador que promove ganhos de qualidade e produtividade, pois auxilia no entendimento do desempenho da manufatura e identifica qual é a máxima eficiência possível.

No entanto, a eficiência de um processo atualmente, é tratada de maneira subjetiva por muitas empresas, que em muitas vezes não são capazes de enxergar a real capacidade produtiva de suas máquinas e equipamentos. Porém, quando se fala de eficiência não se pode analisar uma situação abstrata e sim números calculados que representam a realidade. Isto fica evidente quando se tem um aumento de produção, no qual é importante a realização de melhorias contínuas através da análise dos resultados do OEE, pois evitam novos investimentos (SANTOS; SANTOS, 2007).

Portanto, este artigo pretende despertar o interesse de empresas para a utilização do OEE, para que possam tornar-se mais competitivas, uma vez que haverá informações concretas da real eficiência de seus equipamentos, o que permitirá tomada de decisões para que melhores índices sejam alcançados. Para isso o objetivo é expor, através de estudos de caso, o diferencial de empresas que trabalham com o indicador OEE, bem como os resultados obtidos, considerando as vantagens e desvantagens e avaliando o impacto da utilização do indicador no âmbito organizacional.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing é uma filosofia originada no Japão, após a Segunda Guerra Mundial (1939 à 1945), que foi desenvolvida por Taiichi Ohno, gerente de produção da Toyota Motor Company. Esta filosofia busca a melhoria contínua na agregação de valor combatendo os desperdícios para obter uma produção enxuta, pois, conforme Womack, Jones e Ross (1992) apud Santos e Santos (2007), a grande diferença entre o produtor enxuto e o produtor em massa é a constante busca pela perfeição, seja ela no processo ou no produto.

Segundo Scuccuglia e Lima (2007) os princípios do *Lean* são: ter o material correto, no lugar certo, na quantidade exata e no momento adequado; trabalhar voltado à Melhoria Contínua e buscar a Qualidade Ótima.

Para o *Lean*, desperdícios são atividades que não agregam valor ao produto, ou seja, tudo aquilo que o cliente não se dispõe a pagar, entre essas atividades são consideradas principalmente 08 desperdícios (ALUKAL, 2008, apud RAPOSO, 2011, p. 651), conforme demonstrado na Figura 1.

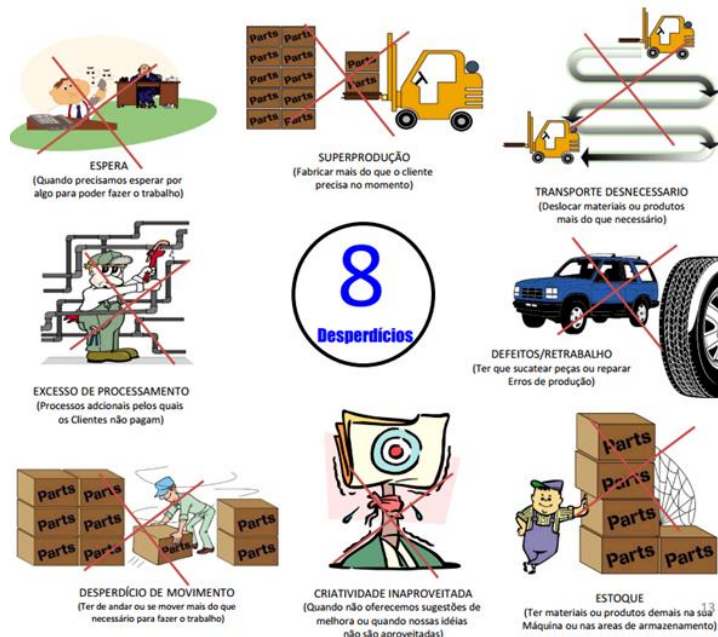


Figura 1: Desperdícios do *Lean Manufacturing* (MARCOS, 2011)

Para que sejam obtidas melhorias em todo o sistema é necessário que os desperdícios da Figura 1 sejam reduzidos diariamente e, conseqüentemente, eliminados. Para isso utilizam-se algumas ferramentas, tais como (CABEÇA et al., 2010) (LEITE; VILLAR, 2006) (FERNANDES et al., 2011):

- JIT – *Just in Time*;
- *Kaizen* – Melhoria Contínua;
- 5S – Ferramenta de organização;
- Análise do gargalo;
- KPI – Indicadores de Desempenho;
- *Kanban* – Sistema Puxado;
- OEE – *Overall Equipment Effectiveness*.

Baseando-se no uso das diversas ferramentas *Lean* e devido a constante busca pela eliminação de desperdícios, as empresas passaram a considerar a aplicação da filosofia do *Lean Manufacturing* não só no chão de fábrica, mas em toda a empresa, dando origem ao *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto), que segundo Fernandes e Ramos (2006), consiste em eliminar os desperdícios existentes nos processos de fabricação a fim de gerar mais valor ao cliente. A organização passa a entender melhor as necessidades dos clientes e otimizar os recursos, gerando mais retorno sobre o investimento.

Para Costa e Jardim (2010), cinco passos são utilizados para que o pensamento enxuto aconteça, são eles:

- 1- Identifique o que é valor para o cliente;
- 2- Mapeie o fluxo de produção e identifique os desperdícios;
- 3- Implante o fluxo contínuo;
- 4- Deixe o cliente puxar a produção;

5- Busque a perfeição.

Porém é necessário que a filosofia do *Lean Thinking* seja difundida em todas as áreas da organização, a fim de alcançar a sua real eficiência em todos os níveis organizacionais.

2.2 TPM

A ferramenta TPM visa um aumento da confiabilidade dos equipamentos, eliminação das quebras e aumento do índice de disponibilidade das máquinas, tornando o fluxo contínuo e garantindo a qualidade dos produtos e, conseqüentemente, um aumento na lucratividade e competitividade, como citado por (NAKAJIMA, 1989 apud BELINELLI, et al., 2009, pag. 4).

Segundo Ribeiro et al. (2010, p. 2) ela pode ser conceituada como: “uma campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todo o corpo de empregados, para conseguir a utilização máxima dos equipamentos, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento”.

A ferramenta TPM é dividida em oito pilares (ver Figura 2) que são a base para as melhorias no processo, envolvendo toda a organização e levando-a a definição de metas para a redução de falhas, quebras e defeitos zero (RAPOSO, 2011).

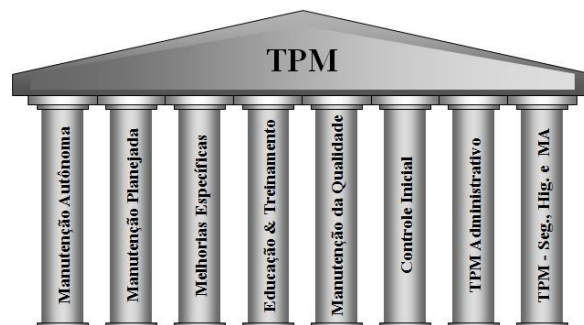


Figura 2: Pilares TPM (ORTIS, 2004)

Pode-se observar que com a utilização da ferramenta, ocorre um efeito positivo nos métodos de trabalho e no espírito de equipe, elementos vitais para uma organização competitiva (PIRELLI, 2002 apud TONDATO, 2004, pag. 14).

O desempenho da ferramenta TPM pode ser precisamente medido através da utilização de indicadores que possam identificar o “grau de eficiência dos equipamentos, índices de qualidade de produtos e processos, número de acidentes e grau de incremento na capacidade profissional dos funcionários” como afirmado por (TONDATO, 2004, p. 14).

2.3 Indicadores de Desempenho

Indicadores são índices que relacionam as metas da organização com a real situação de seus processos. Para a gestão de uma organização os indicadores são essenciais, tendo como função “evidenciar a necessidade de ação de melhoria, e verificar se as ações estão produzindo os efeitos desejados” (BASTOS, et al., 1996, p. 2).

Para uma análise do desempenho financeiro e produtivo, se faz necessário a utilização de indicadores que obtenham informações sobre diferentes fatores. Tais fatores não devem apenas estar relacionados ao custo, os aspectos não financeiros também devem ser observados, permitindo assim fixar e prever melhor as metas de rentabilidade de longo prazo da empresa (RAPOSO, 2011) (SANTOS; SANTOS, 2007).

Definir quais indicadores serão utilizados é uma tarefa primordial e deve ser realizada pelos gestores, objetivando obter informações realmente necessárias para a organização, levando em consideração os recursos disponíveis (KARDEC, 2002 apud RAPOSO, 2011, p. 657).

As informações adquiridas com os indicadores serão utilizadas em nível gerencial e/ou operacional, a fim de apontar onde devem ser direcionados os esforços para as melhorias. Dessa forma nota-se nos indicadores a sua extrema importância para uma organização, e sem eles “não há como identificar oportunidades de melhorias e ações a serem tomadas para sustentá-las” (BASTOS, et al., 1996, p. 2).

2.4 OEE

O indicador de Eficiência Global do Equipamento, conhecido pela sigla OEE, também se denomina IROG (Índice de Rendimento Operacional Global) e pode ser utilizado de diversas formas (GUIMARÃES; ROSES, 2010).

Segundo Albertin et al. (2012), com a utilização desse indicador identificam-se as áreas que necessitam de melhorias, e quantificam-se as que já foram implantadas na produção, sejam em equipamentos, células ou linhas. Os resultados obtidos através deste indicador, por trabalhar com os aspectos de Qualidade, Desempenho e Disponibilidade de cada equipamento permitem localizar o recurso que possui uma maior deficiência, direcionando assim, as ações necessárias para a resolução dos problemas.

Conforme Ljungberg (1998) apud Santos e Santos (2007), antes destes indicadores serem utilizados, as indústrias trabalhavam considerando apenas a disponibilidade na utilização dos equipamentos, o que acabava super dimensionando a capacidade.

Nesse sentido, segundo Hansen (2006) apud Ribeiro et al. (2010), o OEE indica a eficácia do processo no momento em que o equipamento é solicitado à operar e para esse cálculo são considerados três componentes:

- **Disponibilidade (μ_1):** conforme a norma ABNT NBR 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade, “capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado”;
- **Desempenho (μ_2):** a máxima utilização do equipamento, com reduções e eliminações de paradas e ou reduções de ritmo;
- **Taxa de Qualidade (μ_3):** que é a relação entre a fabricação de produtos bons e o total de produtos fabricados buscando o chamado “zero defeito”.

Para encontrar os valores referentes aos índices citados deve ser aplicada a Equação 01 (Nakajima (1988) apud Albertin et al. (2012)):

$$OEE = \text{Disponibilidade}(\%) \times \text{Desempenho}(\%) \times \text{Qualidade}(\%) \quad \text{Eq. 01}$$

Onde para se encontrar os valores de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade são utilizadas as Equações 02, 03 e 04; respectivamente:

$$\text{Disponibilidade}(\%) = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo Disponível}} \quad \text{Eq. 02}$$

$$\text{Desempenho}(\%) = \frac{\text{Volume Processado} \times \text{Tempo de Ciclo Ideal}}{\text{Tempo Operacional}} \quad \text{Eq. 03}$$

$$\text{Qualidade}(\%) = \frac{\text{Peças Boas Produzidas}}{\text{Total de Peças Produzidas}} \quad \text{Eq. 04}$$

Segundo Ribeiro et al. (2010), a meta ideal para um índice de OEE chamado de “classe mundial” é de 85%, e para que esse valor seja atingido, os índices de qualidade, disponibilidade e desempenho devem estar acima de 90% e, para que isso ocorra, serão necessárias equipes multifuncionais que ataquem as causas raízes em melhoria contínua.

3. Metodologia

O trabalho foi desenvolvido com a utilização da metodologia de estudos de caso que consiste

no estudo e análise ampla e detalhada acerca de um problema não suficientemente esclarecido, a fim de estimular a compreensão, propor hipóteses e questões ou criar a teoria acerca do caso. Pode-se observar nos estudos de caso que estes “tentam esclarecer o motivo pelo qual uma decisão ou um conjunto de decisões foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados alcançados” (YIN, 2001 apud MIGUEL, 2007, pag. 4).

Sendo assim, foram realizados estudos de caso através da avaliação em duas empresas, X e Y, ambas multinacionais localizadas no estado de São Paulo, sendo:

- a empresa X do ramo automobilístico que possui o sistema para o cálculo de OEE implantado desde fevereiro de 2012 e,
- a empresa Y do ramo de soluções em medição que possui o sistema implantado desde novembro de 2012.

Os estudos realizados tiveram a finalidade de analisar os impactos do uso do OEE na gestão da produção levando em consideração as vantagens e desvantagens da implantação do sistema com base no levantamento de dados referentes à disponibilidade, a qualidade e o desempenho dos equipamentos (dados necessários para a realização do cálculo do OEE) antes e após a implantação do sistema.

Para a empresa X a coleta de dados foi realizada em uma bancada de teste de vazamento, sendo esta uma estação de verificação localizada ao fim de uma linha de produção.

Para a empresa Y a coleta de dados foi realizada em uma bancada de verificação de medidores de energia elétrica, sendo um equipamento gargalo localizado no fim da célula de produção.

Após a coleta e análise dos dados foi realizada a comparação dos dados referentes ao estado anterior e atual (após a implantação do sistema) para cada uma das empresas em questão.

4. Desenvolvimento

4.1 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada através de um observador participante que fez o levantamento dos dados. Esta pessoa esteve integrada à equipe e foi um espectador interativo, pois não ficou apenas observando. Os dados coletados referentes ao passado e presente das empresas X e Y estão listados na Tabela 1.

Empresa X		Empresa Y	
Passado	Presente	Passado	Presente
Horas disponíveis	Tempo disponível	Número de funcionários	Tempo disponível
Peças por hora	Paradas não programadas	Faltas	Paradas não programadas
Peças produzidas	Paradas programadas	Horas presentes	Paradas programadas
Peças planejadas	Tempo total do dia	Horas produzidas	Tempo total do dia
	Volume processado	Eficiência	Volume processado
	Tempo de ciclo	Absenteísmo	Tempo de ciclo
	Tempo operacional	Falhas detectadas	Tempo operacional
	Peças boas produzidas	Tipo de falha	Peças boas produzidas
	Total de peças produzidas		Total de peças produzidas

Tabela 1 – Relação de dados coletados

4.2 Tratamento dos dados

Com este sistema integrado nas linhas de produção dos dois cenários estudados, pode-se hoje realizar análises a qualquer momento, portanto os intervalos entre as tomadas de dados serão diferenciados do passado, onde cada cenário seguia um modelo diferente, porém, ao contrário dos dias atuais eram calculados a cada período pré determinado.

Os dados colhidos no estado presente foram analisados com a realização de um comparativo com os dados obtidos num passado recente, quando ainda não se utilizava a filosofia do OEE, podendo assim mostrar com clareza o diferencial da implantação do sistema integrado de coleta de dados.

4.2.1 Dados da Empresa X

Para o primeiro cenário, da empresa X, utilizava-se planilha em Excel para cálculo do OEE das linhas de produção diariamente, com base em dados de 3 turnos de produção, conforme demonstrado na Tabela 2.

Data	Turno	Referência	Linhas de Produção		
			A	B	C
10/05/2012	1º T	Planejado	698	726	738
		Produzido	464	455	226
	2º T	Planejado	689	717	728
		Produzido	289	608	653
	3º T	Planejado	503	523	531
		Produzido	237	230	339
TOTAL	Planejado	1890	1966	1998	
	Produzido	990	1293	1218	
OEE			52,4%	65,8%	61,0%

Tabela 2 – Planilha utilizada para cálculo do OEE

O preenchimento da planilha apresentada na Tabela 2 acontecia da seguinte forma:

- **Planejado:** calculado através da Equação 05.

$$\text{PLANEJADO} = \text{Horas disponíveis} \times \text{Quantidade de peças por hora} \quad \text{Eq. 05}$$

- **Produzido:** os líderes de produção passavam a informação da quantidade produzida em outra planilha após o término de cada turno e somente no dia seguinte estes dados eram colocados por um funcionário na planilha para o cálculo do OEE que era realizado através da Equação 06.

$$\text{OEE} = \frac{\text{Quantidade de peças produzidas}}{\text{Quantidade de peças planejadas}} \quad \text{Eq. 06}$$

Esses dados eram tratados somente no dia seguinte por uma equipe composta por profissionais de produção, engenharia, programação da produção, manutenção e qualidade.

Após a implantação do sistema para cálculo do OEE, os indicadores analisados passaram a ser de Disponibilidade de máquina, Qualidade do produto e Desempenho. Estes índices são calculados automaticamente através de um *software*, que coleta as informações das IHM's (Interfaces Homem Máquina) localizadas nos equipamentos da produção, onde estão estipuladas todas as paradas programadas e não programadas, com informações rápidas e simples.

O cálculo do Índice de Disponibilidade segue o padrão da Equação 02, onde o Tempo Operacional (Equação 07) e Tempo Disponível (Equação 08) são:

$$\text{Tempo operacional} = \text{Tempo disponível} - \text{paradas não programadas} \quad \text{Eq. 07}$$

$$\text{Tempo disponível} = \text{Tempo total do dia} - \text{paradas programadas} \quad \text{Eq. 08}$$

Todas as paradas programadas e não programadas estão cadastradas e quando uma delas acontece a mesma é selecionada pelo próprio operador, através da IHM situada na bancada de teste de vazamento.

O cálculo do Índice de Desempenho, que na empresa X é chamado de Produtividade, segue o padrão da Equação 03, onde o volume processado é contabilizado através da IHM situada na bancada de teste de vazamento.

Para o cálculo do Índice de qualidade foram cadastrados no *software* todos os tipos de falhas e quando uma peça defeituosa é detectada o operador seleciona o tipo de falha e cadastra na IHM, seguindo o padrão da Equação 04.

Para o cálculo do OEE é realizada a multiplicação dos três indicadores anteriores, como mostrado a Equação 01.

Estes dados são atualizados em tempo real e toda a equipe de administração da produção possui acesso. Na Figura 3 estão demonstrados:

- os índices de Disponibilidade, Qualidade e Desempenho da bancada de teste de vazamento disponível para o estudo de caso
- o resultado do OEE desta bancada durante o mês de maio de 2013.

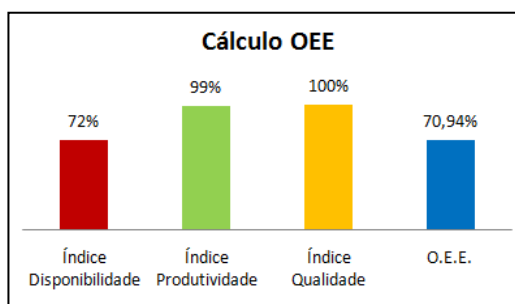


Figura 3 – Resultado dos índices necessários para o cálculo do OEE

4.2.2 Dados da Empresa Y

Para o segundo cenário, da empresa Y, o indicador de disponibilidade de máquina não era calculado de maneira específica, apenas de acordo com as horas disponíveis de trabalho no dia.

Quando a meta da eficiência diária era atingida, não se observava nenhum outro aspecto da disponibilidade da máquina, só eram analisadas as paradas por manutenção, por exemplo, caso houvesse um impacto na eficiência.

O indicador de desempenho era analisado como eficiência e utilizava-se de planilhas em Excel, como mostra a Tabela 3, para a realização desse cálculo juntamente com o cálculo de absentismo.

Célula	Nº Func / Célula	Faltas	Horas Presentes	Horas Produzidas	Eficiência	Absenteísmo
A	9	0	74,7	68,45	92%	0%
B	9	0	74,7	72,15	97%	0%
C	13	0	107,9	104,8	97%	0%
D	27	2	224,1	127,1	57%	7%
E	19	1	157,7	88,1	56%	5%
F	18	0	149,4	144	96%	0%
G	20	0	166	170,5	103%	0%
H	15	0	124,5	30	24%	0%
Média / Dia	130	3	1079	804,6	75%	2,3%

Tabela 3 – Planilha utilizada para cálculo de eficiência e absentismo

O preenchimento da planilha apresentada na Tabela 3 acontecia da seguinte forma:

- **Nº de funcionários:** os próprios líderes dos setores preenchiam com o número de funcionários na célula, de acordo com o balanceamento da linha;
- **Faltas:** também eram preenchidas pelos líderes dos setores;
- **Horas presentes:** calculadas automaticamente de acordo com a Equação 09, considerando Horas disponíveis = 8,3 horas / turno.

$$\text{HORAS PRESENTES} = \text{Nº Funcionários} \times \text{Horas Disponíveis no dia} \quad \text{Eq. 09}$$

- **Horas produzidas:** extraídas no MRP de acordo com os apontamentos de produção realizados no dia;
- **Eficiência:** calculada conforme Equação 10.

$$\text{EFICIÊNCIA} = \frac{\text{Horas Produzidas}}{\text{Horas Presentes}} \quad \text{Eq. 10}$$

- **Absenteísmo:** calculado conforme Equação 11.

$$\text{ABSENTISMO} = \frac{\text{Total de faltas}}{\text{Total de funcionários}} \quad \text{Eq. 11}$$

Esse indicador de eficiência substituiu o indicador de desempenho utilizado no cálculo OEE.

O indicador de qualidade era calculado através de um Índice de Falhas, onde existia uma matriz para preenchimento manual na célula com os possíveis problemas a serem detectados, conforme exemplo apresentado na Tabela 4.

Índice de Falhas													
Dia	Falhas Fornecedor					Falhas Processo					Produção Diária	% Falhas	
	A	D	E	F	I	K	M	N	O	Q			R
2	1	0	3	0	0	25	2	0	15	6	31	3405	2,4
3	0	2	1	0	20	23	7	5	17	2	47	3310	3,7
4	1	2	3	0	2	51	1	0	0	0	17	3323	2,3
5	2	1	1	0	1	12	0	0	11	2	18	3420	1,4
6	3	0	4	0	2	17	4	6	3	1	21	3410	1,8
9	0	2	1	0	0	21	4	3	0	1	51	3315	2,5
10	0	2	3	1	0	31	0	0	0	0	32	3590	1,9
11	2	0	4	0	2	47	4	6	3	1	23	3332	2,8
12	0	2	1	0	0	21	4	3	0	1	21	3200	1,7
13	1	0	3	0	0	17	2	0	15	6	13	3560	1,6
16	0	2	3	0	20	18	7	5	17	2	12	3540	2,4
17	3	2	1	0	0	21	1	0	0	0	23	3523	1,4
18	0	2	3	0	0	13	1	0	0	0	25	3552	1,2
Total Mês	6	9	23	1	23	420	18	14	12	12	218	% Falhas / mês	1,8
Defeito (%)	0,01	0,02	0,05	0,00	0,05	0,94	0,04	0,03	0,10	0,03	0,49		

Ponto de Atenção: % Falhas superior à 3,5%

Tabela 4 – Tabela utilizada para cálculo de Índice de Falhas

O cálculo realizado para definição do percentual de falhas no período era feito de acordo com a Equação 12.

$$\% \text{ Falhas no mês} = \frac{\text{Total de falhas}}{\text{Total produzido}} \quad \text{Eq. 12}$$

Ao fim de cada turno os operadores preenchiam a matriz apresentada na Tabela 4 e no dia seguinte era alimentada uma planilha com as falhas detectadas e a produção do dia (peças boas) e automaticamente gerado o índice de falhas por processo e por defeitos de fornecedor.

Assim eram realizados os cálculos dos indicadores que compoem o OEE, porém, não analisados de forma conjunta e com informações divididas em vários lugares e coletadas por pessoas diferentes.

Após a implantação do sistema para acompanhamento do OEE, os indicadores analisados

passaram a ser de Disponibilidade, Qualidade e Desempenho e eram alimentados através de uma IHM instalada na máquina, responsável por captar todas as informações emitidas por ela e também inseridas pelo operador através de um *scanner* e códigos de barras.

O Indicador de Disponibilidade passou a ser analisado considerando os eventos da Tabela 5 como paradas programadas (que não afetam o indicador) e paradas programadas (que afetam diretamente).

Código	Descrição	Parada Prevista	Tempo Máximo
520	Refeição	Sim	01:00
522	Manutenção Preventiva	Sim	02:00
523	Banheiro	Sim	00:10
11	Sem Operador	Não	
12	Legais	Não	
500	Manutenção Corretiva	Não	
501	Falta de Peças	Não	
502	Problemas de Qualidade	Não	
503	Assembléia	Não	
504	Orientação p/ Operador	Não	
505	Ambulatório	Não	
525	Pré Série	Não	
999	SETUP	Não	

Tabela 5 - Relação de paradas

As paradas listadas como não programadas, ou qualquer outro tipo de parada que existia durante o dia e que não estavam programadas interferem diretamente no resultado do indicador. O cálculo do Índice de Disponibilidade segue as Equações 02, 07 e 08.

A escolha do tipo de parada é feito no momento em que a mesma acontece e pelo próprio operador que, através de códigos de barra para cada parada, seleciona o motivo relacionado.

O indicador de Desempenho, no caso específico da máquina estudada, é calculado através dos ciclos emitidos a cada início de produção de uma banca (corresponde a 20 peças) conforme Equação 03. Como a bancada contabiliza 20 peças, deve ser utilizado a soma do tempo de ciclo das mesmas para a realização do cálculo.

Para o indicador de Qualidade, foram cadastrados no *software* todos os tipos de falhas já encontradas e também através de uma lista código de barras referente à cada tipo de falha, o operador seleciona a mais adequada através de um scanner, contabilizando a peça defeituosa no momento em que a mesma é identificada e o cálculo segue a Equação 04.

Por fim, para o cálculo do OEE é realizada a multiplicação dos três indicadores anteriores, como mostrado a Equação 01. Todos esses dados são atualizados no momento da ocorrência, por isso podem ser acompanhados por todos os interessados de forma *online*.

A Figura 5 mostra a tela onde são analisados os dados *online*, de uma forma clara e objetiva.

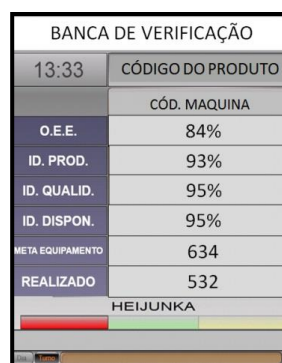


Figura 5: Tela para acompanhamento OEE.

Durante o dia, um funcionário fica responsável, entre outras atividades, de monitorar esses valores dos indicadores e, para o caso de uma anomalia, de acionar toda a equipe de solução de problemas que tem 10 minutos para estar na máquina e analisarem o problema como um todo.

4.3 Análise dos resultados

Tanto na empresa X como na empresa Y as informações coletadas para o cálculo do OEE eram feitas de forma empírica, sem seguir um planejamento que permitisse a análise e interpretação destas informações.

Após a implantação do sistema para acompanhamento do OEE, a informação passou a ser centralizada em um único local, seguindo um padrão de formatação, onde todos possuem acesso. Além de se obter valores mais precisos para os cálculos, todas as informações são inseridas pelo próprio operador na máquina, no momento em que elas acontecem, o que deixa a informação constantemente atualizada e podendo ser acompanhada através do *software online* por todos os interessados.

Pode-se perceber uma melhora significativa com relação à tomada de ações e ao foco das mesmas para a solução do problema, pois quando se tem todas as informações necessárias para tomar uma ação corretiva centralizadas em um único local, se torna muito mais fácil a identificação da causa raiz.

Através do *software* implantado, esses motivos podem ser rastreados e as ações necessárias podem ser tomadas para que não se repitam.

5. Conclusão

A implantação da utilização do OEE como indicador universal é demorada, porém após essa etapa, os ganhos com relação ao tempo de decisão para tomadas de ações são menores e os resultados obtidos são positivos, pois se ataca a causa raiz do problema.

Sendo assim, considerando que OEE é o produto dos três indicadores que influenciam diretamente a produção, caso o OEE da máquina seja considerado baixo, é necessário analisar qual é o impacto de cada um desses três indicadores para o resultado e com isso atacar o foco do problema:

- **Disponibilidade:** seja por manutenções corretivas, falta de peças, falta de operador;
- **Desempenho:** se o operador está conseguindo produzir no ritmo programado, se não, de quanto é e o porquê dessa diferença;
- **Qualidade:** defeitos de processo e defeitos de fornecedor;

Referências

ALBERTIN, M. R. et al. *Aplicação da eficiência global de equipamentos com indicador de qualidade sem perdas*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 32., 2012, Bento Gonçalves. *Anais...* Bento Gonçalves: Abrepro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, *NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade*. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BASTOS, A. L. A.; DAMM, H.; LUNA M. M. M. *Estruturação de indicadores de desempenho como interface entre estratégias e ações gerenciais*. In: SIMPOSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMPEP), 3., 1996, Salvador. *Anais...* Salvador, 1996.

BELINELLI, M.; PILATTI, L. A.; FRASSON, A. C. *A manutenção produtiva total (TPM) como ferramenta para aumento de disponibilidade de máquina: estudo de caso em uma indústria do ramo Siderúrgico*. SIMPOSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMPEP), 16., 2009, Bauru. *Anais...* Bauru, 2009.

- 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.
- COSTA R.S. e 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, J. M. et al.** *Análise da viabilidade técnica para a implantação do Lean Manufacturing em uma planta piloto de testes em refratário.* In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Abrepro, 2011.
- 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.
- GUIMARÃES, M. A.; ROSES, C. F. M.** *A aplicação da gestão do posto de trabalho (gpt) em uma empresa eletro-eletrônica como ferramenta de definição de melhorias no processo produtivo*, Revista Intelectus, Jaguariúna, v.1, n. 21, p. 104-120, Jul./Set. 2012. Disponível em: <<http://www.revistaintelectus.com.br/DownloadArtigo.ashx?codigo=230>>. Acesso em: 5 mai. 2013.
- KMITA, R. F.** *Manutenção Produtiva Total (TPM): uma ferramenta para o aumento do índice de eficiência global da empresa.* In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 23., 2003, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Abrepro, 2003.
- LEITE, R. L.; VILLAR, A. M.** *Evidências de desperdícios na manufatura de calçados de Juazeiro do Norte e as ferramentas da manufatura JIT capazes de atenuá-los.* In: SIMPOSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMPEP), 13., 2006, Bauru. **Anais...** Bauru, 2006.
- MARCOS, J. A. B.** *Lean manufacturing ferramentas e aplicações em processos produtivos e transacionais.* Seminário de qualidade e gestão. Liag - laboratório de informática, aprendizagem e gestão. Unicamp, 2011. Disponível em: <http://www.ft.unicamp.br/liag/semanaliag/slides/lean.pdf>. Acesso em: 29 Abr. 2013.
- MIGUEL, P. A. C.** *Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução.* Revista Produção, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132007000100015&script=sci_arttext&lng=es>. Acesso em: 15 Abr. 2013.
- 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.
- PASSOS A.; JUNIOR, J. A. V. A.; KIPPEL, M.** *Considerações críticas sobre a eficiência nos sistemas produtivos industriais – uma abordagem a partir do sistema Toyota de produção e da teoria das restrições.* In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 24., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Abrepro, 2004.
- 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 descobertura 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 eficiência global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso.* In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 27., 2007., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Abrepro, 2007.
- SCUCCUGLIA, M.; LIMA, P. C.** *Aplicação da Metodologia Lean Manufacturing na área administrativa.* In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 24., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Abrepro, 2004.
- 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.