

Melhoria de Desempenho pelo *Overall Equipment Effectiveness*¹

Rui Paulo Dias Muniz
rui.muniz@ufrgs.br²

Resumo

Ter um modelo de referência é uma forma de aplicar e garantir o que se desenvolveu de melhor em uma operação, um atividade, um sistema técnico. Para garantir a efetividade de um sistema, infraestrutura ou equipamento inserido em um processo produtivo, considerando a importância da sua disponibilidade e confiabilidade no cumprimento das determinações organizacionais, muitas vezes leva a desenvolver métodos que expressem a melhor prática ou tecnologia aplicada. Propõem-se apresentar o indicador OEE como um elemento garantidor da performance de um equipamento, pela adequada manutenção. O estudo transita por referencial conceitual, considera informações comportamentais e condições operacionais de organizações, propõe um método de análises de soluções de problemas, a partir do uso de ferramentas gerenciais e de qualidade, indo resultar em uma proposta de método de melhorias e ações necessárias para o alcance das metas estratégicas.

Palavras-Chave: Manutenção. Indicador. Desempenho.

1 INTRODUÇÃO

A manutenção é uma função estratégica para garantia da lucratividade necessária no atual cenário de aumento de receita sem grandes investimentos, desde que orientada por uma política de gestão para o aproveitamento máximo dos ativos existentes com altos índices de Disponibilidade e Confiabilidade, de forma a não perder receita pelas indisponibilidades de seus equipamentos. Conforme Vieira (2007), um programa de manutenção com estes enfoques só terá sucesso se deixar de ter uma rotina de administração da falha para ter uma rotina de administração do ciclo de vida dos ativos, alcançando o mais amplo conceito de Gestão que coloca a manutenção estrategicamente como uma atividade de operação a partir do desenvolvimento de atividades e rotinas que permitam à Manutenção melhorar o seu próprio desempenho e qualificar suas relações com outras áreas da organização. Assim, enquanto uma organização possuir um equipamento, um sistema, um processo “gargalo” estará comprometida a efetividade, sendo necessário adequar a capacidade do equipamento ao processo produtivo de forma prioritária. Uma metodologia que tem grande aceitação e se tornou referência para avaliação é o indicador *OEE - Overall Equipment Effectiveness*,

¹ Artigo Desenvolvido na Disciplina de Desdobramento da Função Qualidade – QFD, Curso de Mestrado em Sistemas de Produção na Escola de Engenharia UFRGS, 2009

² Engenheiro de Produção, Especialista em Gestão Empresarial – Escola de Administração / UFRGS, Vice-Diretor da Associação Brasileira de Manutenção - ABRAMAN / Filial VI, Presidente do Conselho Permanente de Manutenção das Instituições Federais de Ensino Superior - IFES

principalmente porque permite analisar a eficiência de uma forma abrangente e hierarquizada, facilitando a identificação dos requisitos e instalação que precisam ser melhorados Cordeiro (2007).

2 MANUTENÇÃO E OS RESULTADOS ORGANIZACIONAIS

Manutenção tem ampliado sua importância assumindo um papel de destaque nas organizações, principalmente por ser responsável pela efetividade necessária às plantas. Em função disto, os Processos e Métodos de Manutenção evoluíram muito nos últimos anos, avançando em diferentes estágios de concepção: Manutenção Corretiva, Manutenção Planejada, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva e, por último, chegando à Engenharia de Manutenção e à Manutenção referenciada pela Disponibilidade e pela Redução de Perdas e Desperdícios. Neste desenvolvimento, a Manutenção deixou de ser apenas um mal necessário e passou a ser considerada como uma função vital, seja pela busca da conformidade dos processos, pelo aumento da confiabilidade operacional, como pela redução dos custos intrínsecos da manutenção, redução de desperdícios, utilização racional dos recursos e tantos outros; a manutenção passou a ser vista como um diferencial em processos e objetivos, mas principalmente pela busca dos resultados desejados pelas organizações.

Segundo Osada e Takahashi (2000), a partir da visão do TPM, há metas básicas a serem buscadas pela Manutenção:

1. Conferir profundidade a um programa de garantia da qualidade, promovendo o desenvolvimento de um programa de manutenção preventiva de alta qualidade;
2. Reduzir os custos, aumentando o nível de confiabilidade do equipamento e mantendo índice de utilização;
3. Associar os esforços ao programa de economia de mão-de-obra, desenvolvendo intensamente novas tecnologias de produção e equipamentos;
4. Criar um ambiente de trabalho que proporcione prazer e satisfação aos empregados, revitalizando as “atividades de pequenos grupos semi-autônomos” e ensinando a lidar com versatilidade do equipamento;
5. Garantir um ambiente de trabalho seguro e livre de causas de destruição ambiental e, assim, contribuir para o crescimento da Instituição.

O OEE surge neste ambiente como parte do TPM, focado no gerenciamento do equipamento e redução de perdas, sendo uma métrica essencial para as indústrias que têm perseguido o objetivo de não ter desperdícios na cadeia de valores (SUJKOWSKI, 2008).

Por consequência, Kardec e Nascif (1998) apontam para as mudanças de paradigmas, onde as atividades de manutenção precisam deixar de serem apenas eficientes para se tornarem eficazes ao mesmo tempo; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada não planejada, garantindo assim a continuidade dos processos produtivos.

3 REDUÇÃO DE CAPACIDADE COMO RESTRIÇÃO DE PROCESSO

Processos produtivos saudáveis são capazes de cumprir metas e objetivos estratégicos definidos pela organização (SLACK, 2002). Portanto, a ineficiência pode ser considerada uma restrição pela redução de capacidade imposta por limites de equipamentos, sistemas, processos ou plantas e que repercutirão no cumprimento das metas e objetivos organizacionais.

Uma forma adequada de tratar e identificar gargalos, restrições à capacidade de produção, é a partir da Teoria das Restrições. Segundo Tavares (2005) em acordo com os conceitos defendidos por Eliyahu Goldratt, criador da Teoria das Restrições, uma empresa para ser mais competitiva tem dois caminhos a seguir: aumentar a produção e as vendas; reduzir os gastos.

Mas ao aplicar essas duas alternativas algumas restrições ou dificuldades são identificadas e classificadas como sendo de duas naturezas:

1. INTERNAS, que reduzem a capacidade de produzir mais;
2. EXTERNAS, que reduzem a capacidade de vender mais.

Com relação às dificuldades de natureza interna, a Teoria das Restrições enfoca cinco passos fundamentais que auxiliam no melhor caminho a seguir em busca da Competitividade Industrial:

1. Identificar a Restrição do Processo;
2. Explorar essa Restrição de forma a obter, por meio de técnicas e recursos, os melhores ganhos possível;
3. Subordinar o nível de atividade à capacidade da Restrição, evitando gerar custos com a restrição identificada;
4. Elevar a Restrição, de maneira a aumentar a capacidade da restrição e aumentar o desempenho;
5. Voltar ao Primeiro Passo, para avaliar se há outra restrição que deva ser tratada.

4 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Indicadores são parâmetros numéricos que facilitam a informação sobre um fator crítico identificado na organização, nos processos ou em pessoas, relativo às expectativas ou a percepção dos clientes com relação à custo, qualidade e especificações (LANES, 2006). Tradicionalmente os indicadores foram vistos reativamente, quer dizer, os usando para olhar para atrás; porém, devemos usá-lo como uma ferramenta para planejar o futuro, em uma visão proativa, quer dizer tomar decisões para o futuro.

As características fundamentais que os indicadores de manutenção devem ter, sempre com o olhar da manutenção industrial, são o seguinte:

- Poucos, mas suficientes para analisar;
- Claros, para entender e calcular;
- Úteis, para rapidamente saber como as coisas estão e porque.

E para isto que os índices devem:

- Identificar os fatores chave da manutenção e o quanto afetam à produção;
- Dar os elementos necessários que permitam uma avaliação profunda da função a que se destinam;
- Uma inscrição de dados que permitem seu cálculo periódico;
- Monitorar os objetivos para alcançar;
- Controlar os objetivos propostos que comparam os reais valores com os valores planejados;
- Facilitar a tomada de decisões e ações oportunas antes das divergências que são apresentadas.

Como sugestão para a análise dos índices, Tavares (1998) propõe:

1. A análise não deve apresentar conclusões especulativas. As variações para melhorar ou piorar devem ser levadas como sintomas para discussão entre os departamentos de controle e execução, o que pode levar a indicar necessidades de alteração de métodos de trabalho;
2. Antes de emitir comentários nos resultados da análise de índices, deve-se ter garantia de que os dados que lhes deram origem estão seguros;
3. A análise deve ter observações negativas acompanhadas de sugestões alternativas para melhorar a execução da manutenção, antes da redação do relatório de análise.

4. É válido a colocação de valores comparativos, entre períodos diferentes ou médias de valor, obtido no ano prévio, para relativizar os resultados da análise;
5. Estabelecer metas para a melhoria dos índices, junto com o gerente de área.

É importante, para o trabalho com indicadores, ter presente os erros mais habituais na sua utilização:

- Seleção inadequada dos índices, em número excessivo e não capacidade;
- Definição insuficiente e confusa, que causa cálculos e interpretações impróprios;
- Identificação escassa ou nula da relação existente entre o índice e os fatores críticos;
- Insuficiência nos sistemas de recepção de dados para o cálculo dos índices, gerando cálculos errados e demorados, com o que se perde a aptidão e velocidade de ação;
- Falta de estabelecimento de objetivos de valores e dificuldades na obtenção da informação apropriada;
- Falta de controles sistemáticos;
- Demora na tomada de decisões.

5 ANÁLISE DAS PERDAS

O *OEE* é usado para identificar e atacar as “Perdas”. Estas perdas, sustentada na avaliação de Nakajima (1989), são as causas mais comuns dos desperdícios de tempo e de eficiência de produção de ativos industriais.

1. Falhas dos equipamentos: constitui no maior obstáculo ao *OEE*. São classificadas em falhas por paralisações no funcionamento que ocorrem inesperadamente, ou por deterioração das funções que ocorrem lentamente fazendo com que a função do equipamento fique reduzida;
2. Setup e Ajustes: é a perda pelo tempo de paralisação necessária para uma operação de *setup*, onde os equipamentos são preparados para operações subsequentes;
3. Troca de ferramentas: ocorrem quando da paralisação da linha para troca de ferramentas, decorrentes do trabalho ou utilização inadequada;
4. Acionamento: é o tempo gasto para que o equipamento atinja condições ideais de funcionamento (velocidade, temperatura, etc);
5. Pequenas paradas ou pequenos períodos de ociosidade: é a inatividade do equipamento durante pouco tempo decorrente de problemas temporários (parada da linha por falta de material, parada da linha por problemas de qualidade, etc);
6. Velocidade: ocorre quando há uma diferença entre a velocidade nominal e a velocidade real de trabalho (exemplo: uma máquina deveria produzir 5 mil peças por hora pelo projeto, porém produz 3 mil peças por hora);
7. Defeitos e Retrabalhos: ocorre quando são constatados defeitos que requerem correção. Embora produtos defeituosos sejam normalmente descartados, existem os

que podem ser retrabalhados, consumindo tempo adicional de mão de obra e da máquina;

8. Desligamento: paralisação da linha causada por inatividade do equipamento durante a produção para execução de manutenção ou inspeção periódicas ou programadas.

As perdas da disponibilidade são classicamente falhas e trocas de ferramentas. As falhas têm dois tipos fundamentais, aqueles devido à deterioração por causa da manutenção inadequada e aqueles devido às características inerentes da máquina. As trocas de ferramentas podem ser separadas em mudanças de ferramentas propriamente, mudanças de materiais e rendimento reduzido.

Isto nos dá três respostas básicas às questões da disponibilidade: melhorar comutações com *SMED* (troca rápida de ferramentas), melhorar a manutenção básica e melhorar características da máquina. Dependendo da análise das perdas nós poderemos precisar atuar em uma, duas ou todas as três intervenções (JONES, 2009).

Podemos, entretanto, igualmente fazer uma distinção útil entre as perdas do desempenho devido à deterioração ou à contaminação e aquelas causadas por características inerentes da máquina. Como com falhas, isto nos dá duas aproximações da melhoria: melhoria da manutenção ou do equipamento.

6 MELHORIA

A única razão para medir e analisar qualquer coisa é melhorá-la. Se nós não estamos usando o ciclo inteiro da melhoria não há nenhum ponto para medir *OEE*: o *OEE* não nos diz nada. *OEE* apresenta o quanto você fez comparado ao que você queria realizar; é um indicador para uso em projetos de melhoria. Portanto, calcular a média de *OEE* em plantas inteiras ou em períodos de tempo esconderá verdadeiros problemas; outro erro é usá-lo para comparar processos diferentes, plantas ou máquinas, porque *OEE* não é um indicador de capacidade ou um medidor operacional.

7 OEE - OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

A adoção do *OEE* como indicador de eficiência desprovido de componentes financeiros se enquadra na visão de que indicadores financeiros não refletem a plenitude do desempenho e o resultado de uma organização (JOHNSON; KAPLAN, 1987), caracterizando-se assim como um índice objetivo de efetividade a ser alcançado e de resultados.

A concordância na opção de adotar o *OEE* como indicador de Eficiência Global para a definição da capacidade de cada equipamento, sistema, processo ou planta e implementação de melhorias, deu-se por suas qualidades de ser informativo, fácil de interpretar, fácil de obter, utilização diversificada e capaz de ser suportado por ferramentas de gestão e sistemas de informação (CORDEIRO, 2007).

Particularmente, o *OEE* é capaz de oferecer uma orientação de onde está a causa raiz de um problema de produção em um processo produtivo, observado o entendimento de Shingo (1996), quando define que a produção deve ser vista como uma rede de processos e operações.

Além disto, o índice *OEE* é um modo simples de medir a produtividade. Ele expressa o percentual de utilização na sua plenitude, considerando a situação ideal, expresso por um valor de comparação no resultado do produto do Índice de Disponibilidade, Índice de Performance e Índice de Qualidade. A análise *OEE* permite definir que medidas e investimentos a Operação deverá tomar para atingir a capacidade de produção necessária ao atendimento do Plano de Vendas da empresa. Se a Operação concluir que não tem condições de atingir a capacidade solicitada por este Plano, a direção da empresa definirá a estratégia a ser tomada e o respectivo Plano de Investimentos (VIEIRA, 2007).

8 O QUE *OEE* MEDE

OEE não diz se temos um problema, mas ajuda a analisar o problema identificado e a fazer melhorias, orientando a direção das ações, que podem muitas vezes envolver padrões, estruturas funcionais, relacionamentos, recursos humanos, terceirizados entre outros. Eis porque Toyota usa-o como uma medida do ponto em uma máquina particular onde haja um problema da capacidade ou da qualidade. *OEE* tornou-se uma ferramenta para que os grupos da melhoria tenham uma maneira de medição e de estabelecer ciclos de controles, possibilitando a análise do equipamento a partir do desempenho da análise das perdas, o que conduz à melhoria. *OEE* mede a qualidade da disponibilidade, do desempenho e da saída de uma máquina (JONES, 2009).

Uma máquina está disponível se está pronta para produzir. Mas devemos atentar que uma máquina com comutações nunca poderá estar 100% disponível. A razão para adotar uma lógica tão dura é que as comutações são uma perda principal à eficiência e flexibilidade, assim a análise de *OEE* centra-se a atenção sobre ela não fazendo nenhuma permissão.

A eficiência do desempenho mede a saída durante o tempo disponível comparado a um padrão. Aqui pode haver um debate sobre o que a saída-padrão deve ser. Uma boa regra empírica é fazer os cálculos do desempenho baseados no desempenho conhecido; este poderá ser maior ou menor do que a velocidade de projeto, principalmente porque se uma máquina nunca alcançou seu desempenho de projeto não é adequado medir em relação a ele. Isto esclarece uma das finalidades do *OEE*, de ajudar a verificar se a capacidade está adequada à demanda.

A qualidade da saída é uma medida vista de forma direta, considerando os processos internos à organização. A contradição na utilização do *OEE* é que às vezes o resultado da qualidade não é imediato; em serviços, por exemplo, uma queixa do cliente pode ser recebida muito tempo após e, nestes casos, o melhor é não incluir esta qualidade no cálculo de *OEE*, pois não estará inserida no tempo da melhoria.

9 PROPOSTA DE MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NA EFICIÊNCIA DE EQUIPAMENTOS PELO INDICADOR OEE

A proposta busca orientar e estruturar o processo de implantação de melhorias na eficiência de equipamentos, a partir do indicador *OEE*, de forma a auxiliar no gerenciamento das melhorias e nas decisões a serem tomadas para a eliminação das perdas identificadas. Cantidio (2009) caracterizou um modelo simplificado para melhoria de performance, no entanto devemos considerar que por “mexer” no(s) processo(s) e por mobilizar recursos e investimentos, os projetos de melhoria devem estar amparados por uma estrutura de gerenciamento compatível com a repercussão.

9.1 MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DE MELHORIA DO *OEE*

O Método proposto é estruturado em duas fases, atendendo em parte a lógica da metodologia IMAM de Projetos, e tem a finalidade de melhor organizar e tratar de forma diferenciada os passos responsáveis pela elaboração e definição do ambiente e do projeto de melhoria, Fase 1, das de planejamento, execução, controle, análise e implantação de melhoria, Fase 2.

F
a
s
e
1

1. Criar um comitê para estudo do(s) processo(s) produtivo(s) e análise de OEE de Equipamentos Estratégicos da planta/linha /setor de produção;
2. Selecionar por desempenho e criticidade o equipamento que irá sofrer a melhoria pela condição de restrição em uma linha, considerando a ocorrência de perdas e replicação da melhoria;
3. Caracterizar o problema pelo histórico de falhas e do OEE do equipamento;
4. Descrever os objetivos e metas da melhoria e os resultados esperados;
5. Traçar a repercussão nas perspectivas ergonômica, econômica, tecnológica e ambiental considerando as definições estratégicas da organização;
6. Verificar a viabilidade e buscar os benchmarks do equipamento e da melhoria;
7. Verificar os riscos envolvidos;
8. Confeccionar a Proposta Técnica da Melhoria do OEE;
9. Projetar os recursos, prazo de implantação e orçamento básico do projeto;
10. Apropriar a documentação para apresentação da proposta;
11. Aprovação do projeto de melhoria da performance;

F
a
s
e
2

12. Organizar a equipe do projeto – gerente(s), líder(es), operador(es) do equipamento, mantenedor(es) do equipamento e profissionais dos Setores de Engenharia, Produção, Manutenção e Qualidade;
13. Aprimoramento do Projeto e determinação da conformidade;
14. Definir a equipe para cada tipo de tarefa e estabelecer de metas, no caso de diferentes tarefas a serem executadas;
15. Planejar e determinar os mecanismos de controle e sistema de informação a ser utilizado, quando serão atribuídas responsabilidades;
16. Determinar os métodos e as técnicas de investigação e análise de melhoria contínua;
17. Consolidar o Plano de Trabalho;
18. Confirmar as perdas atuais - analisadas e confirmadas pelos dados atuais;
19. Alocar o orçamento, infraestrutura, meios, entre outros recursos necessários;
20. Determinar a(s) Ferramenta(s) de Melhoria;
21. Implantar a Melhoria;
22. Analisar os resultados do equipamento e organizacionais obtidos;
23. Estabelecer novo padrão na organização.

9.2 COLETA DE DADOS

Os dados a serem coletados para monitoramento da ocupação do equipamento, para determinação da capacidade de produção e verificação da escala de produção em toda(s) a(s) linha(s) são:

- Tempo disponível para a produção (Equipamento);
- Pausas (almoço, reuniões, treinamentos, etc);
- Tempo parado não planejado (falta de materiais, planejamento, manutenção, etc);
- Total de peças fabricadas durante o turno;
- Total de peças rejeitadas durante o turno.

Com os valores obtidos, podemos determinar:

- Tempo planejado de produção;
- Tempo real de produção;
- Peças boas fabricadas durante o turno;
- Desempenho desejado com ciclo ideal;
- Desempenho real.

Os dados coletados são inseridos em uma planilha para acompanhamento da *OEE* dos equipamentos, gerando um gráfico para gestão visual do comportamento dos equipamentos durante o processo.

10 VALORES DE REFERÊNCIA DE *OEE*

As empresas médias apresentam *OEE* de menos de 50%, ou seja, o equipamento está sendo utilizado com menos de metade da sua eficácia.

Para ilustrar, Cotrim (2005) apresenta os seguintes percentuais usuais de *OEE* - Eficiência Global do Equipamento, baseado no modelo de Gestão de Manutenção adotado:

1. Manutenção Básica -----*OEE* = 45%
2. Manutenção Integrada -----*OEE* = 60%
3. Manutenção Preditiva -----*OEE* = 70%
4. Manutenção Produtiva Total -----*OEE* = 80%
5. Utilizando MCC / MPT / FMEA -----*OEE* = 85%
6. Manutenção Centrada no Negócio -----*OEE* = 90%



Conforme divulgado em outra pesquisa da *Visteon Corporation*, em 2003, são os seguintes Indicadores de Classe Mundial de *OEE*:

- Indústrias Eletrônicas ----- > 95%
- Indústrias de Plástico ----- > 90%
- Indústria de Montagem Mecânica ----- > 85%
- Indústria de Usinagem ----- > 85%
- Indústria de Fundição e Forjaria ----- > 80%



11 CÁLCULO DO *OEE*

O conceito deste indicador confronta o volume real de produção com o volume máximo teoricamente alcançado, determinado pela disponibilidade, desempenho e qualidade. Diferentes relações matemáticas são utilizadas para construir o indicador, mas o modelo mais utilizado e adotado pela Colgate-Palmolive, que tem o *TPM* como filosofia e método, é o da equação:

$$\mathbf{OEE = D \times P \times Q = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade}$$

$$\mathbf{Disponibilidade (D) = [(A - B) / A] * 100}$$

Tempo Total Operacional = tempo-calendário: é a totalidade de tempo em que o equipamento poderia operar, sem desconto algum. Ex.: em um turno de 8 horas: 480min.

Paradas programadas: Tempo previsto para feriados, refeição, treinamentos, falta de demanda, manutenção programada, etc.

A = Tempo Operacional = tempo calendário - tempo de paradas programadas;

B = Paradas não programadas = paradas por quebra, setup, ajustes, falta de material, etc

$$\mathbf{Performance (P) = [(H / F) / C * 100]}$$

C = Tempo de Produção = tempo operacional - tempo de paradas não programadas;

F = velocidade (ou vazão) padrão do equipamento;

H = Produção do período considerado (sem descontar 'scraps', retrabalho, segregações). Leva em conta perdas por trabalho 'em vazio', redução de vel. padrão, etc.

$$\mathbf{Qualidade (Q) = [(H - I) / H] * 100}$$

I = Produção defeituosa (*scraps*, retrabalho, segregações);

G = Produção teórica do período considerado = C * F

12 DIFICULDADES PARA O CÁLCULO DO OEE

Em concordância com Cordeiro (2007), algumas dificuldades podem surgir durante a fase de cálculo de eficiência:

- definição da fórmula de cálculo do OEE

Existem algumas fórmulas equivalentes que podem ser usadas. Todas levarão ao mesmo valor final, mas a fórmula $OEE = P \times Q \times A$ permite visualizar melhor a contribuição de cada componente. No entanto, em diferentes processos pode ser fácil usar a fórmula $OEE = Q_r / Q_n$ (razão entre qualidades real e nominal), por exemplo.

- como identificar uma parada?

A princípio, uma parada é um evento fácil de identificar. Se a instalação estiver ligada e com material em trânsito, normalmente se considera que esteja funcionando. **Micro-paradas** são paradas de curta duração. Elas podem, se for conveniente, serem ignoradas no cálculo, e considerar-se que houve apenas uma queda na velocidade média da linha. A decisão normalmente é do usuário final. Já a **Queda de velocidade** da linha, que acontece quando é preciso desobstruí-la, ou em caso de troca de produto, por exemplo, é um evento que pode ser considerado como queda na taxa de produção ou como evento de parada, o que for mais conveniente para o destinatário dos relatórios. Outro problema conceitual a ser enfrentado é como realizar o **agrupamento dos motivos** de paradas e de perdas. Diferentes metodologias de otimização de eficiência utilizam árvores de definição diferentes. Há propostas diferentes inclusive dentro da mesma metodologia; a *lean manufacturing*, por exemplo, estabelecia originalmente os seguintes motivos de perdas: superprodução, transporte desnecessário, espera, estoque desnecessário, movimentos desnecessários de pessoas, trabalho desnecessário e defeitos. Dificilmente um sistema de cálculo de eficiência hoje usará todos esses motivos.

- como medir paradas?

Normalmente, os sensores existentes são suficientes para a tarefa, mas algoritmos específicos devem ser desenvolvidos para tratar de indicações aparentemente contraditórias dos mesmos, particularmente porque sensores podem falhar.

- como medir as perdas?

Aqui, a experiência mostra que normalmente não há sensores que possam ser usados para isso. Perdas são geralmente evitadas a todo custo, o que faz com que os eventos de perdas devam ser raros, não justificando a automatização. Em consequência, não se

encontram sensores em condições de fornecer a informação necessária, especialmente no que se refere à quantidade. Ou se instalam novos sensores ou se recorre à informação manual.

- como justificar paradas e perdas?

Na maioria dos sistemas, essa justificativa deve ser feita manualmente pelos responsáveis pela operação. Os sensores existentes, na maioria dos casos, foram instalados com outras finalidades; é normal que se possa saber a causa de um defeito elétrico com grande nível de detalhe e outros defeitos, de outra natureza, serem difíceis de identificar.

- o que é qualidade aceitável?

De acordo com o modelo, é a quantidade produzida que pode ser aproveitada, sem retrabalho. O que deve ser definido é como tratar os desvios e como tratar os lotes defeituosos descobertos posteriormente.

- como contabilizar a produção?

A **contabilização da produção** é outra tarefa que pode se mostrar inesperadamente difícil. Na manufatura discreta normalmente é fácil, mas pode ser trabalhosa em uma linha contínua. Frequentemente, o valor deve ser obtido de forma indireta, a partir de outras grandezas mais facilmente mensuráveis. O relacionamento teórico entre essas grandezas precisa, assim, ser estabelecido teoricamente para que os resultados possam ser corretamente interpretados.

- como medir a produção?

O que interessa conhecer é a quantidade de produção boa. Isso não pode ser conhecido apenas através de informação de sensores; entrada manual é sempre obrigatória. Um complicador é que geralmente ocorrem **eventos de produção que não são paradas nem perdas**, mas que mesmo assim devem ser identificados. Um gerente pode saber que a diminuição na frequência e na duração de certos eventos de queda de velocidade traria grande aumento na eficiência, e desejar que o sistema forneça as informações necessárias para justificar, por exemplo, um projeto de melhoria.

13 OEE E SISTEMA SAP

A seguir, exemplo de aplicação desenvolvida pela Konitech utilizando o xMII (xApp for Manufacturing Integration and Intelligence) da SAP, que é a primeira ferramenta de construção de *Composite Applications* para a integração e inteligência industrial. Ela permite a conexão rápida com todas as fontes de dados, desde o chão de fábrica até o nível corporativo, através de conectores nativos. O xMII foi totalmente projetado e desenvolvido na plataforma *SAP Netweaver*, baseado em *Web Services* e XML. Essa arquitetura orientada a serviços permite uma ampla integração de sistemas e processos de negócios e uma total visibilidade dos dados.

Figura 1 – Tela Inicial da Aplicação – Acompanhamento em Tempo Real através de Indicadores

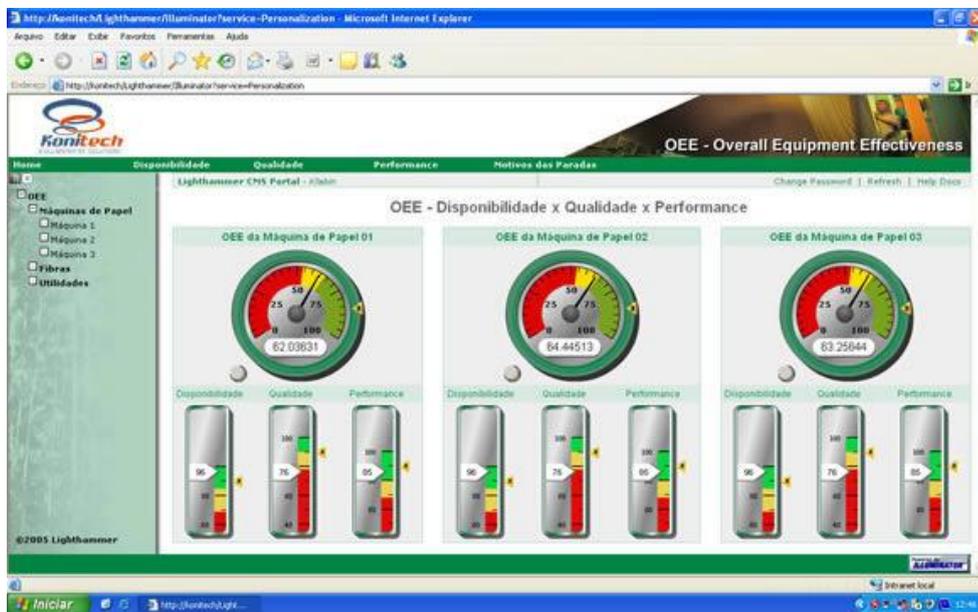
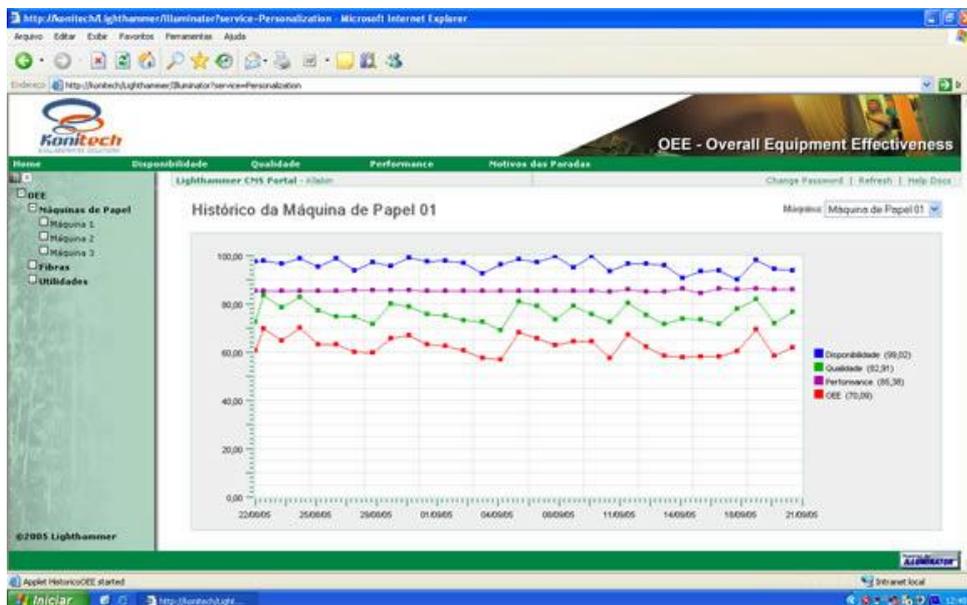


Figura 2 – Tela de Histórico – OEE e índices dos últimos 30 dias

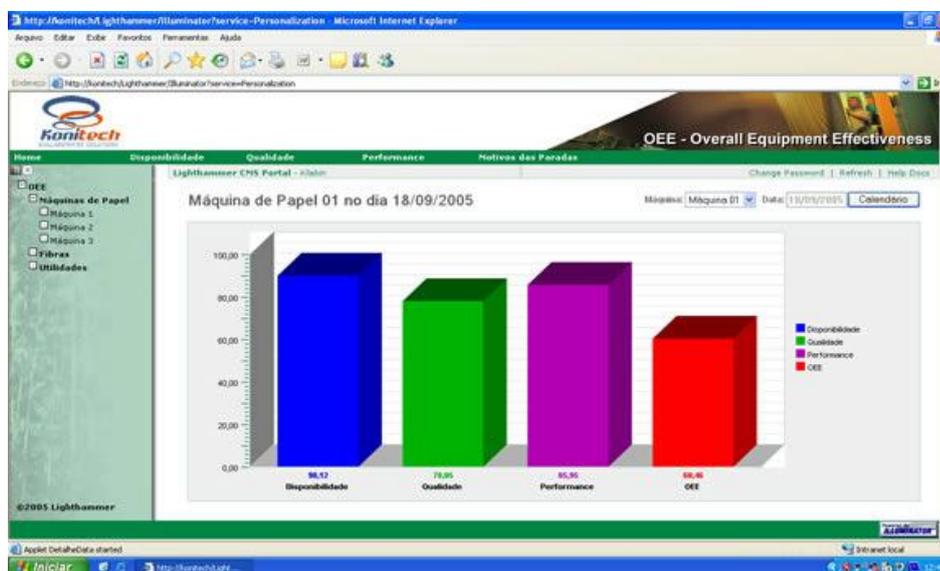


O objetivo da aplicação é calcular e exibir, em tempo real, o *OEE* de equipamentos industriais. O *OEE* - *Overall Equipment Effectiveness* - Índice Global de Eficácia dos Equipamentos é um indicador que expressa o percentual de utilização do equipamento na sua plenitude, considerando a situação ideal de velocidade máxima, sem paradas, sem desvios ou reprocessos com qualidade total. É o resultado do produto do Índice de Disponibilidade, Índice de Performance e Índice de Qualidade. Este indicador foi introduzido mundialmente após a implantação do TPM – Manutenção Produtiva Total - nas empresas Japonesas.

OEE é diferente do simples cálculo da Eficiência de Ciclo e da Eficiência de Produção. O ideal seria uma fábrica produzir em 100% do tempo com 100% da capacidade e com 100% de peças boas. Entretanto, na realidade, isso, raramente, acontece. *OEE* possibilita um meio de medir a diferença entre o ideal e o que está realmente acontecendo na fábrica.

Os dados de *OEE* são colhidos, em tempo real, pelo sistema e podem ser visualizados através de gráficos, relógios (*gauges*) e termômetros. Estes dados fornecem a informação necessária para ajudar a melhorar a utilização dos recursos de uma fábrica, auxiliando na imediata correção dos problemas que estão afetando a produtividade.

Figura 3 – Tela de Detalhamento Diário



CONCLUSÃO

A adequada manutenção, responsável não só pela necessária disponibilidade operacional e confiabilidade sistêmica, mas principalmente pela conformidade dos processos, tem no *OEE* uma ferramenta capaz de direcionar ações para a efetividade dos processos, o que repercutirá nos resultados organizacionais e no cumprimento das suas definições estratégicas. A existência de um método simplificado de melhorias ou de uma representação que consiga orientar uma organização para a adoção de políticas e projetos de melhorias, tanto no seu processo principal quanto nos de apoio, é de importância crítica para o cumprimento das metas estabelecidas e principalmente da permanência da empresa no segmento em que atua. De nada servem Controles sem ação, nem Melhorias sem direção.

REFERÊNCIAS

CANTIDIO, Sandro. **Implantação de OEE**: índice de eficiência global do equipamento. 2009. Disponível em: <www.sandrocane.wordpress.com>. Acesso em: 04 abr.2013.

CORDEIRO, Sérgio. Desafios na implementação de sistemas de cálculo de eficiência. In: SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS, 6., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2007.

COTRIM, Marcio. Metodologia de TPM: manutenção produtiva total. **Revista ALCOBRÁS**, n. 97, out. 2005.

JOHNSON, H. T.; KAPLAN, R. S. **Relevance lost**: the rise and fall of management accounting. Boston: Harvard Business School Press, 1987.

JONES, Malcolm. **The power of SMED**. 2009. Disponível em:< www.plaint-maintenance.com/articles>. Acesso em: 04 abr. 2013.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção**: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

LANES, Aramis Alfonso. **Indicador general para la determinación del Nivel de Gestión Del Mantenimiento (INGM)**. Cuba: Mantenimiento Planificado, 2006.

NAKAJIMA, Seiichi. **Total productive maintenance**. Cambridge: Productivity Press. 1989.

OSADA, Takashi; TAKAHASHI, Yoshikasu. **Manutenção produtiva total**. São Paulo: Instituto Iman, 2000.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N. **Vantagens competitivas em manufatura**: atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo: Atlas, 2002.

SUJKOWSKI, Alexandre. Além do OEE. **Revista Pharmaceutical Technology**. v. 12, n. 3, 2008.

TAVARES, Lourival. Índices de mantenimiento. **Revista Manutencao y Qualidade**. n. 19, p. 20- 23, 1998.

TAVARES, Lourival. Manutenção centrada no negócio. **Revista ALCOOBRÁS**, n. 97, 2005.

VIEIRA, Antônio Eustáquio. **Manutenção classe mundial com foco na gestão de ativos**. 2007. Disponível em: <www.sigga.com.br>. Acesso em: 04 abr. 2013.