

**Indicadores de desempenho: implantação do OPE (*Overall Process Effectiveness*) em uma empresa de projetos**

**Performance Indicators: implementation of OPE (*Overall Process Effectiveness*) in a Project Company**

"Artigo a ser submetido ao periódico Revista Produção"

**Cristiano André Kipper (UFRGS) - [cristiano.kipper@ufrgs.br](mailto:cristiano.kipper@ufrgs.br)**

**Cláudio José Müller (UFRGS) - [cmuller@producao.ufrgs.br](mailto:cmuller@producao.ufrgs.br)**

**Resumo**

Tendo em vista o dinamismo do cenário global atual, conhecer seu processo se faz essencial para a manutenção e crescimento das organizações, indiferentemente de suas peculiaridades. Dessa maneira, o presente artigo traz a implantação de indicadores de desempenho para uma empresa que atua em projetos de desenvolvimento de produto, bem como, os resultados obtidos para um período de análise. O OPE (*Overall Process Effectiveness*) é um indicador que avalia parâmetros de qualidade, performance e disponibilidade, gerando ao final um índice global de avaliação do processo produtivo. Foram coletados dados, os quais depois de computados puderam ser avaliados, provendo informações para a criação dos indicadores esperados. Estes índices servirão de base para futuras melhorias no processo, assim como, as observações relatadas sobre a implantação poderão servir de consulta para outras aplicações dessa ferramenta.

**Palavras-chave:** Indicadores de desempenho; *Overall Process Effectiveness*; empresa de projetos.

**Abstract**

Given the dynamism of the current global scenario, it is mandatory to know its process which turns it essential for the maintenance and growth of organizations, not considering its peculiarities. Therefore, this article shows the implementation of Key Performance Indicators for a company responsible for product development projects, as well as the results obtained from these analyzed period. The OPE (*Overall Process Effectiveness*) is an indicator that evaluates parameters of quality, performance and availability, giving at the end an index to the overall evaluation of the production process. Data were collected, then computed, so they

could be evaluated, providing information for the making of the expected indicators. These index turn out to be the basis for future process improvement and also the remarked observations reported on the implementation could be a reference to other applications using this tool.

Keywords: Performance Indicators; Overall Process Effectiveness; Project Company.

## 1. Introdução

O contexto global não disponibiliza mais espaço para empresas que desconheçam o desempenho de seus processos bem como a maneira de gerenciá-los de forma concisa. A sobrevivência, manutenção e crescimento de uma companhia em seus diferentes âmbitos, passa pela avaliação de suas variadas competências, tais como qualidade, produtividade entre outras (MIRANDA, 2002).

Os indicadores têm por finalidade mensurar as capacidades em níveis de eficiência e eficácia de uma companhia, ou seja, avaliam o desempenho dos processos produtivos, vinculando-os às necessidades dos clientes (DE ROLT, 1998). A utilização de indicadores se faz necessária em diversos ramos do negócio. Isso se verifica de diferentes maneiras, que vão desde perguntas rotineiras do tipo **como vai o seu negócio?** a importantes decisões gerenciais de cunho estratégico (HRONEC, 1994). Diz-se que indicadores são relevantes para o conhecimento dos processos da empresa e atuação em possíveis pontos de melhoria, dado que para gerenciar é necessário controlar, e assim se torna possível atuar corretamente. Logo, sem controlar é inviável gerenciar. Não havendo gerenciamento, não se tem controle sobre o sistema (JURAN, 1992).

Devido à relevância dos indicadores nas suas mais diversas aplicações, é possível classificá-los de variadas formas. O mais comum, porém, é dividi-los em indicadores de qualidade e indicadores de desempenho (MAFRA, 1999). Os indicadores baseados na qualidade são aqueles que provêm informações sobre o desempenho relacionado diretamente às necessidades do cliente, onde se pode verificar o resultado do trabalho executado (SEBRAE, 1995). Os indicadores com base no desempenho, em um âmbito de produtividade técnica, medem o desempenho dos processos da empresa, ou, em uma visão econômica, medem o resultado global da organização (TOLEDO; OPRIME, 1997).

Buscando uma solução para modelos de indicadores tem-se como opção o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), que consiste em um indicador da performance global de um equipamento. Este indicador foi utilizado no TPM (*Total Productive Maintenance*), que se caracteriza por uma metodologia de gestão industrial que diz respeito à manutenção

(CHIARADIA, 2004). Verifica-se assim se o equipamento está desempenhando a função para o qual foi projetado (WILLIAMSON, 2006 *apud* MUCHIRI; PINTELON, 2006). A ferramenta se baseia na análise das respostas de três variáveis: qualidade, performance e disponibilidade. Esse método pode ser utilizado para identificar perdas relacionadas a equipamentos, com o propósito de melhorar a eficiência e a confiabilidade do sistema (MUCHIRI; PINTELON, 2006). O OEE, contudo, mostra algumas incompatibilidades para processos mistos ou não contínuos. Foram feitas então adaptações ao método, considerando as variáveis mais adequadas ao sistema produtivo da empresa. A esta metodologia denomina-se OPE (*Overall Process Effectiveness*) (RAJA; KANNAN, 2008).

As empresas de projeto costumam enfrentar problemas na identificação de suas principais restrições, que vão desde disponibilidade de máquina a não conformidades no quesito qualidade. Isso faz com que não se conheçam os fatores que mais impactam no processo e no negócio, dificultando a tomada de decisão para implementação de melhorias (MÜLLER, 2003).

O objetivo do presente trabalho é implantar o método de avaliação de desempenho conhecido como OPE, relatando ainda as etapas realizadas para obtenção dos indicadores de qualidade, performance e disponibilidade, bem como a integração desses fatores, gerando assim um medidor global de desempenho.

Este artigo está estruturado em cinco seções. Na segunda seção é discorrido um referencial teórico sobre o tema de avaliação de desempenho, com enfoque na utilização do OPE, contendo os principais autores. Na seção três constam os procedimentos metodológicos utilizados para a aplicação do OPE no estudo em questão. Na quarta seção, há uma discussão a partir dos resultados obtidos. Por fim, na quinta seção, são apresentadas as conclusões obtidas com o trabalho.

## **2. Referencial Teórico**

Neste capítulo é conceituada a ferramenta OEE, como ela é aplicada e, ainda, exemplos da implementação dessas em outras organizações, sendo que esta dará suporte teórico para sua derivação, o OPE. Consta também, uma curta descrição da metodologia do OPE, que será contemplada em detalhes na seção seguinte. Da mesma forma são descritos alguns conceitos breves sobre indicadores de desempenho e o TPM.

### **2.1 Indicadores de desempenho e o TPM**

A conjuntura atual demanda informações rápidas e precisas de seus processos e recursos. Dessa forma, a utilização de indicadores de desempenho se tornou essencial para o suporte gerencial, auxiliando no alcance de metas e possibilitando uma resposta rápida para as variações do processo. Utilizados em diversas áreas, se mostraram fundamentais no gerenciamento da manutenção, por exemplo. Para tanto, porém, é necessário que os dados estejam disponíveis e é indispensável que esses sejam confiáveis. Assim, sua análise fornece informações que possibilitam identificação de perdas e gargalos em um sistema (VILAROUCA, 2008).

A utilização de indicadores de performance para a avaliação de desempenho de uma empresa precisa ir além de apenas fornecer informações. Faz-se necessária a correta seleção dos indicadores a medir, bem como a escolha dos métodos e ferramentas para isso. Tal escolha deve se apoiar nas informações relevantes aos *stakeholders* e no planejamento estratégico da empresa, fornecendo assim dados que realmente terão algum valor para análise gerencial. Dessa forma o modelo do OPE, entre outros, pode ser útil na visualização do processo e na busca por melhorias, servindo de parâmetro para decisões gerenciais (MÜLLER, 2003).

Segundo Nakajima (1989), o TPM consiste na combinação de práticas de manutenção preventiva, aplicadas nos Estados Unidos, com a metodologia japonesa de controle de qualidade total, e ainda se baseia no total comprometimento do colaborador. Dessa forma, gera uma série de benefícios, tais como maior eficácia e otimização dos equipamentos e processos, diminuição ou eliminação nas quebras de máquinas e fornece uma base diária de manutenção para o operador. Dentro desse conceito, a eficiência de máquinas faz parte de um dos pilares do TPM e, portanto, o OEE se faz importante e embasa essa metodologia (CHIARADIA, 2004).

## **2.2 OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)**

A metodologia do OEE, que foi amplamente discutida e difundida em sua origem por Nakajima, demonstra uma importante capacidade de auxiliar na expansão da eficiência de recursos. Isso se dá não apenas pelo valor gerado pela ferramenta, mas também pela capacidade de estratificação que esta possui, desdobrando seu resultado em outros índices (CHIARADIA, 2004).

De acordo com Nakajima (1989), o OEE pode ser medido baseando-se nas definições feitas em relação a seis grandes perdas e seu cálculo advém da multiplicação de três principais fatores (índices): qualidade, performance e disponibilidade. O autor assume ainda, que uma

meta a ser alcançada no cálculo deve ser superior a 85%, assim empresas que obtiverem esse valor podem vir a ser condecoradas com o prêmio *TPM Award*. Esse valor é encontrado quando os índices são altos, assim caracterizando um sistema com boa eficiência.

As perdas, definidas pelo autor (NAKAJIMA, 1989), são as relacionadas a seguir:

1. Quebra
2. Setup e ajustes
3. Pequenas paradas e ociosidade
4. Redução de velocidade
5. Retrabalhos e defeitos
6. Queda de Rendimento

Para Santos e Santos (2007, p. 4) o *Overall equipment effectiveness* (OEE) “é uma ferramenta utilizada para medir as melhorias implementadas pela metodologia TPM. A utilização do indicador OEE, conforme proposto pela metodologia TPM, permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus ativos. Estas análises das condições ocorrem a partir da identificação das perdas existentes em ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, performance e qualidade”. Segundo Chiaradia (2004, p. 115) o OEE “já era tratado como uma diretriz estratégica da metodologia TPM desde sua origem, buscando maximizar a eficiência dos equipamentos”. Para Morais e Santoro, (2006, p. 4) o OEE “equivale ao produto de três índices: disponibilidade, qualidade e desempenho.” Já de acordo com Ron e Rooda (2005, p.190) o OEE “é uma simples e clara métrica global, os gestores preferem tal métrica agregada, ao invés de muitas métricas detalhadas.”

Assim, o OEE pode ser definido como uma ferramenta que permite, através de parâmetros simplificados (sem uma gama enorme de valores), a visualização rápida e eficiente de como anda o processo através da eficiência dos recursos utilizados. A grande abrangência da metodologia, nos seus diversos parâmetros, aliados à capacidade de adaptação para outras funcionalidades, uma vez que compara características semelhantes no seu aspecto conceitual, torna o OEE largamente aplicado em diversas empresas e apreciado em diferentes ramos de atividades (HUANG et al., 2003 apud MUCHIRI; PINTELON, 2006).

Entretanto, segundo Costa e Lima (2002), alguns cuidados devem ser tomados na aplicação dessa ferramenta. De acordo com os autores, o OEE pode ser de difícil definição e oferecer riscos ao ser conceituado de forma errônea, sendo que as informações são comparáveis entre recursos e processos. Dessa forma, a não padronização dos conceitos, tal como a falta de análise dos resultados, pode gerar grandes enganos em relação aos resultados

obtidos, como por exemplo, a incorreta escolha de uma máquina gargalo. Esses ressaltam ainda que não raro acontecem controvérsias na hora de definir parâmetros referentes ao tempo de ciclo teórico, classificação das paradas de máquina e tempo ocioso. Isso faz com que a dependência da coleta fiel dos dados (essa sendo padrão entre todos os recursos) gere mais um complicador, além da seleção correta da forma de *input* desses.

O cálculo do OEE é baseado na definição de alguns índices e informações necessárias. A figura 1 demonstra os indicadores que serão medidos e as perdas relacionadas a este, e ainda o percentual assumido por Nakajima (1989) como sendo meta a ser buscada pela companhia para seu OEE. Dessa forma, o OEE pode ser calculado seguindo o esquema da figura 2.

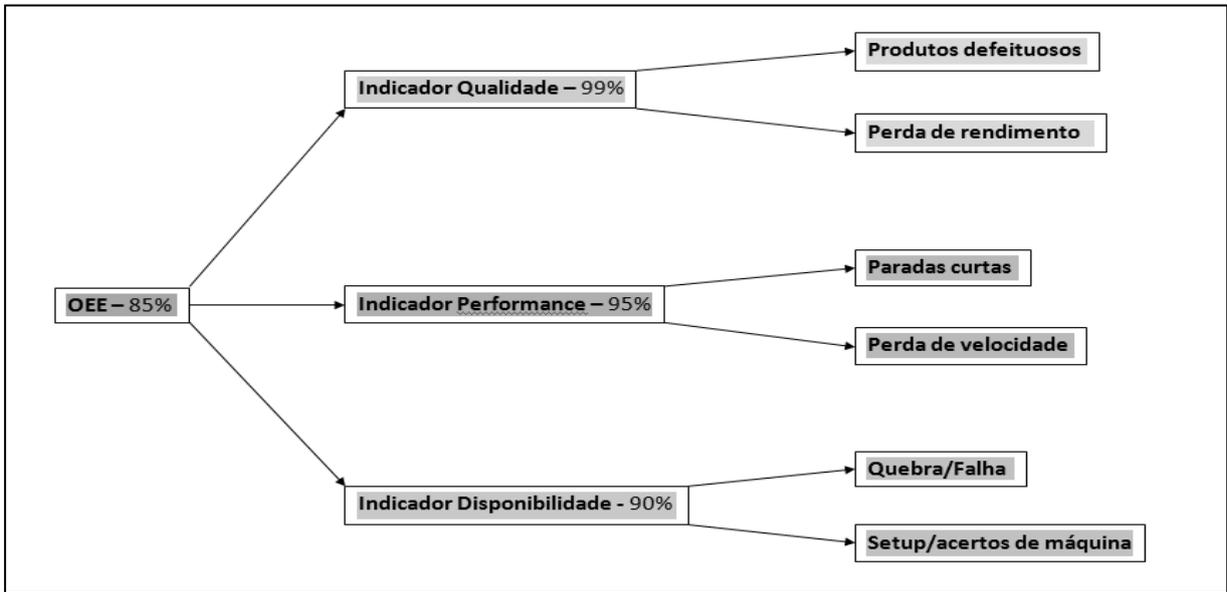


Figura 1: Informações utilizadas no OEE.

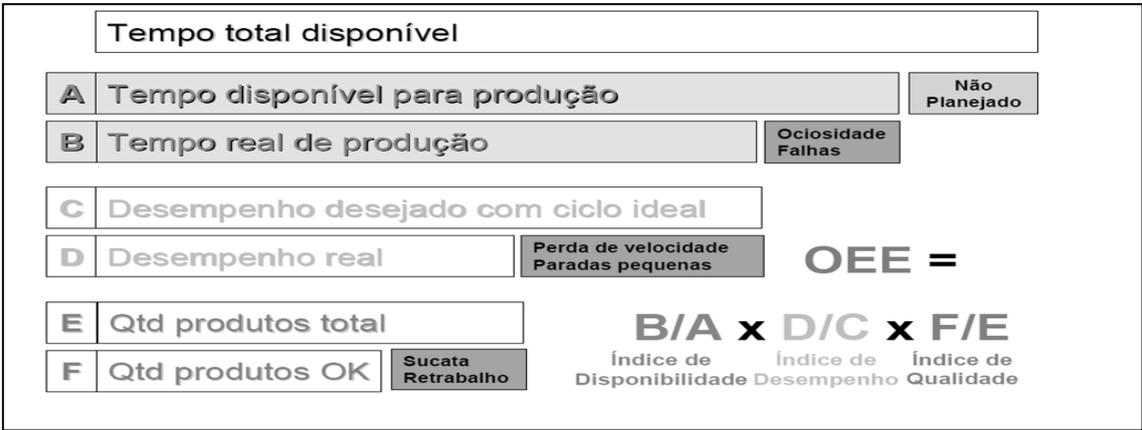


Figura 2: Modelo de cálculo do OEE.

Fonte: Santos e Santos (2007, p. 5).

Segundo CHIARADIA (2004), para se calcular o OEE tem-se a equação 1. Para o autor, o cálculo da disponibilidade deve ser aplicado de acordo com a equação 2, onde o tempo de carga representa a subtração do tempo de jornada de trabalho e o tempo de paradas programadas. Para avaliar a performance, deve-se seguir a equação 3. Para mensurar a qualidade o seguinte raciocínio deve ser feito, utilizando a equação 4.

$$\text{OEE} = \text{Qualidade} \times \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \quad (1)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Carga} - \text{Tempo de Paradas Não Programadas}}{\text{Tempo de Carga}} \quad (2)$$

$$\text{Performance} = \frac{\text{Ciclo Teórico} \times \text{Quantidade produzida}}{\text{Tempo de Operação}} \quad (3)$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Produção Total} - \text{Refugos e Retrabalhos}}{\text{Produção total}} \quad (4)$$

Assim, através do indicador de eficiência de máquina é possível mapear as principais perdas em processo, direcionando esforços em melhorias para os equipamentos corretos e, além disso, atacando os pontos de maior deficiência no recurso avaliado. Sendo o resultado unificado em um único número e padronizado em sua concepção, esse pode ser comparado entre os demais equipamentos

Ainda que utilizado amplamente em organizações de diversos segmentos, o OEE se mostra carente na visão do fluxo entre máquinas e, assim, garante apenas informações para os equipamentos de forma individual. Essa ferramenta, portanto, não avalia os diversos fatores que exercem influência em um sistema, como por exemplo, interação entre pessoas, processos, recursos e estratégia (SCOTT; PISA, 1998 *apud* MUCHIRI; PINTELON, 2006).

### **2.3 Evolução do OEE**

Dessa forma, para complementar as deficiências apresentadas pelo OEE, foram criados diferentes conceitos sobre a ferramenta já existente, visando ampliar a utilização do método. Isso possibilitou adequar o OEE para diferentes casos, focando as informações e

análise a uma característica ou peculiaridade de cada recurso (processo). Com isso, diferentes informações foram adicionadas ao cálculo e, ainda que o formato continuasse o mesmo, as métricas foram modificadas, gerando assim uma evolução do OEE (MUCHIRI; PINTELON, 2006).

Esta evolução se caracteriza a partir da formulação de derivações do método já existente, com características próprias de cada um. A Figura 3 mostra as principais derivações, suas especificidades e formuladores dos conceitos.

Dá-se então um destaque ao OPE, que tem sido usado em diversos casos nas indústrias. Como ele não possui um conceito padrão, ainda que se baseie no OEE, passou a ter características próprias. Uma vez que os processos possuem na sua maioria uma configuração mista, o OPE confere diferentes métricas, porém padrão na sua definição. Dessa forma, o método se torna interessante para gerar um índice simplificado para a complexidade e interações que os processos oferecem em uma indústria. Entre algumas modificações desse método em relação ao OEE está a forma de medir a qualidade, que passa a ser feita através da taxa de rendimento. Outro exemplo é a utilização de dois conceitos novos para a disponibilidade, o MTBF (*Mean Time Between Failures*) e o MTTR (*Mean Time To Repair*) (RAJA; KANNAN, 2008). Essa versatilidade da ferramenta mostra-se interessante em diversos âmbitos da empresa, de acordo com seus processos e produtos.

Ainda segundo Raja e Kannan (2008), a possibilidade de modificar as métricas que estão sendo avaliadas pode gerar resultados diferenciados. Para cada modificação no modelo de avaliação dos indicadores de desempenho pode-se verificar valores bem divergentes com resultado, por exemplo, utilizando-se o método tradicional obtemos um valor para o OPE de 94,56% de eficácia do processo, porém alterando as métricas utilizadas, parâmetros da qualidade e paradas de máquina, por exemplo, esse número despenca para 22, 49%, o que demonstra a importância de definições claras. Contudo, essa adaptação que a ferramenta proporciona, permite mapear modificações na linha, por exemplo, ao deixar de se avaliar um processo seguindo o fluxo seriado e passando a agregar uma máquina em paralelo à máquina gargalo (modificando o layout fabril), o índice de eficiência pula para 51,33%. Assim, a visão global do processo e não máquina a máquina, bem como, a versatilidade do método, torna a ferramenta muito útil na tomada de decisões e ainda, na busca de possíveis melhorias à produção. Uma descrição mais detalhada do modelo utilizado nesse estudo será apresentada na próxima seção.

	Ferramenta	Característica	Formulador / Ano
Eficácia em nível de máquina	<i>Production Equipment Effectiveness (PEE)</i>	Define pesos para os diversos índices do OEE. Assume-se que a qualidade tem peso diferente da disponibilidade, por exemplo.	Raouf / 1994
	<i>Total Equipment Effectiveness Performance (TEEP)</i>	Inclui o tempo inativo planejado ao tempo total previsto, mostrando assim como a manutenção contribui para produtividade.	Invancic / 1998
Eficácia em nível Fabril	<i>Overall Factory Effectiveness (OFE)</i>	Busca integrar diversos fatores de um sistema, por exemplo, operações, máquinas, informações e ações. Não existe um conceito universal para ferramenta	Scott e Pisa / 1998
	<i>Overall Throughput Effectiveness (OTE)</i>	Utiliza-se das metodologias do OEE e OFE aplicadas a simulação. Assim, através dessas, pode atuar em complexos sistemas de manufatura.	Huang et al. / 2003
	<i>Overall Production Effectiveness (OPE)</i>	Baseados no OEE vêm sendo aplicados amplamente nas indústrias. São aplicados para identificar e medir todas as perdas associadas ao processo de produção como um todo. Diferem-se nos elementos e perdas avaliadas de uma indústria para outra.	Retirado de MUCHIRI; PINTELON / 2006
	<i>Overall Asset Effectiveness (OAE)</i>		

Figura 3: Quadro Resumo das derivações do OEE.

### 3. Procedimentos Metodológicos

De natureza aplicada, este estudo descreve como são gerados os indicadores de desempenho da empresa de projetos em questão. Os dados são mensurados quantitativamente com a finalidade de gerar preceitos para melhorias no processo. Essa pesquisa-ação é

abordada de forma descritiva através de coleta e análise de dados, aplicação de conceitos e observações.

O OEE modificado para a aplicação na empresa, gerando assim o que se chamou de OPE, é baseado em modelo já utilizado na companhia. Este é utilizado na fábrica que possui processo semelhante, porém em escala muito maior e em bateladas padrões. Os índices calculados para o OPE são fórmulas para qualidade, segundo a equação 5; disponibilidade, de acordo com a equação 6; performance, seguindo a equação 7 e OPE, utilizando a equação 8:

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Total de Remessas} - \text{Remessas reprovadas}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Remessas}} \quad (5)$$

$$\text{Performance} = \frac{\text{Tempo Programado}}{\text{Tempo Apontado}} \quad (6)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Processo} - (\text{Tempo Manutenção} + \text{Paradas})}{\text{Tempo de Processo}} \quad (7)$$

$$\text{OPE} = \text{Qualidade} \times \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \quad (8)$$

Fica claro dessa forma que o formato de cálculo se mantém idêntico ao OEE, destaca-se então que as principais mudanças são as métricas avaliadas, modificadas para atender as especialidades do processo utilizado. Dessa forma, ainda que a ferramenta seja modificada, não se perde a validade e aplicabilidade da ferramenta levando em consideração a sua metodologia de origem (OEE).

O estudo em questão foi aplicado em uma das linhas (secagem e condicionamento final) do processo primário (PMD) da empresa, esse consiste em processar o tabaco, ajustando seus teores de umidade, acrescentando ainda melados e essências, que caracterizam o fumo que originará o cigarro. Uma melhor descrição da empresa será feita na seção seguinte. O trabalho contemplou o período total de abril a outubro de 2011 para sua execução. Este envolveu a equipe que atua nas linhas em que a ferramenta foi aplicada, que auxiliaram fornecendo informações e registrando os dados. Além disso, contou com a colaboração da gerência, que ajudou na definição de conceitos e indicadores que deveriam ser mensurados. Também colaboraram analistas que fizeram a computação e criação da planilha eletrônica, para o cálculo dos índices medidos.

Com a finalidade de conhecer como o processo se comporta ao longo do tempo, juntamente com a comparação entre processos na companhia, surge à necessidade de indicadores na linha. Como ainda não se possuía um modelo de avaliação de desempenho consolidado no setor, o estudo abrange parte deste, focando nos postos responsáveis pelas entregas ao processo que vem a seguir. Assim se obtêm índices de qualidade, disponibilidade e performance (originados pelo OPE) comparáveis a outras áreas da companhia, bem como um modelo para ampliação (demais postos da linha) e para implementação em outros processos da empresa de projetos. Esse estudo abrange ainda informações importantes para a implantação dessa ferramenta em outras empresas que possuam características de processo semelhantes ao da aqui estudada, servindo de base de comparação e suporte à aplicação.

Segundo Müller (2003), a seleção dos indicadores deve ser baseada em procedimentos de coleta já realizados pela organização, alinhados ao planejamento estratégico, ao que é importante aos gestores e ainda, à cultura organizacional da empresa. Desta maneira, para definição dos indicadores que deveriam ser utilizados, baseou-se nas informações relevantes para o processo e, para buscar possíveis melhorias, aliado ao que já era utilizado na parte fabril da companhia, chegou-se ao OEE. Em consequência da peculiaridade do processo (processo não contínuo de produto diferenciado pelo projeto que se está desenvolvendo), avaliou-se o OPE como uma ferramenta ainda mais adequada. Essa mensuração se mostrou interessante de ser aplicada na linha de condicionamento final, pois nesse local ocorrem medições finais de qualidade do produto o que possibilita a rápida obtenção de dados.

Definidos então quais os indicadores a mensurar, buscou-se conhecer o processo e verificar quais dados para aplicação da ferramenta já eram levantados, com isso foram criadas folhas de verificação para anotação de paradas no processo, posteriormente lançadas em uma planilha eletrônica. Os operadores anotaram ainda, em outra planilha, reduções de velocidade ou paradas por falta de equipamento disponível e posteriormente esses dados foram computados e por fim, avaliou-se a remessa de produto através da aprovação deste pelo processo de qualidade da companhia. Todos os dados avaliados foram semanalmente mensurados (uma pessoa acompanha a produção durante um dia todo anotando a produção e as paradas do processo) concomitantemente aos levantados pelos operadores, após esses dados foram comparados a fim de garantir a validade das coletas.

As informações então devem ser analisadas seguindo os cálculos da ferramenta OPE (citados anteriormente, nas equações 5, 6, 7 e 8) e dessa forma os indicadores de qualidade, disponibilidade, performance e eficiência global possam ser gerados. Com isso, são conhecidos os índices de maior impacto na empresa, o que possibilita análise para possíveis

melhorias de acordo com a necessidade encontrada. Por fim, busca-se expor as dificuldades encontradas e assim melhorar as práticas para implementação em outras partes da empresa, evitando os problemas encontrados anteriormente.

O trabalho está dividido em seis etapas: inicia-se pela definição de indicadores a mensurar e o local de aplicação (posto de trabalho); segue com a validação dos procedimentos de levantamento de dados e obtenção dos mesmos; na etapa subsequente os dados são computados, analisados e validados através de uma planilha eletrônica; em seguida são gerados os indicadores e seus impactos no processo; as formas de implementação no processo, dificuldades e manutenção do sistema de indicadores são então avaliadas; e, por fim, são geradas informações sobre as dificuldades encontradas e proposições de possíveis melhorias.

#### **4. Aplicação e resultados**

Será feita uma breve descrição do processo e da alocação deste na companhia. Além disso, serão apresentados os resultados obtidos e ainda, uma breve discussão sobre esses.

##### **4.1 Visão Geral do Processo**

O presente estudo foi realizado em uma planta piloto que fica localizada no site do Rio Grande do Sul. Essa faz parte de uma empresa que é subsidiária de um grande grupo multinacional, destacado como o mais internacional dos grupos de tabaco, tendo suas marcas comercializadas em mais 180 países. Um grupo Britânico que possui sua matriz na Inglaterra, sendo representada por 80 fábricas e empregando mais de 55 mil colaboradores.

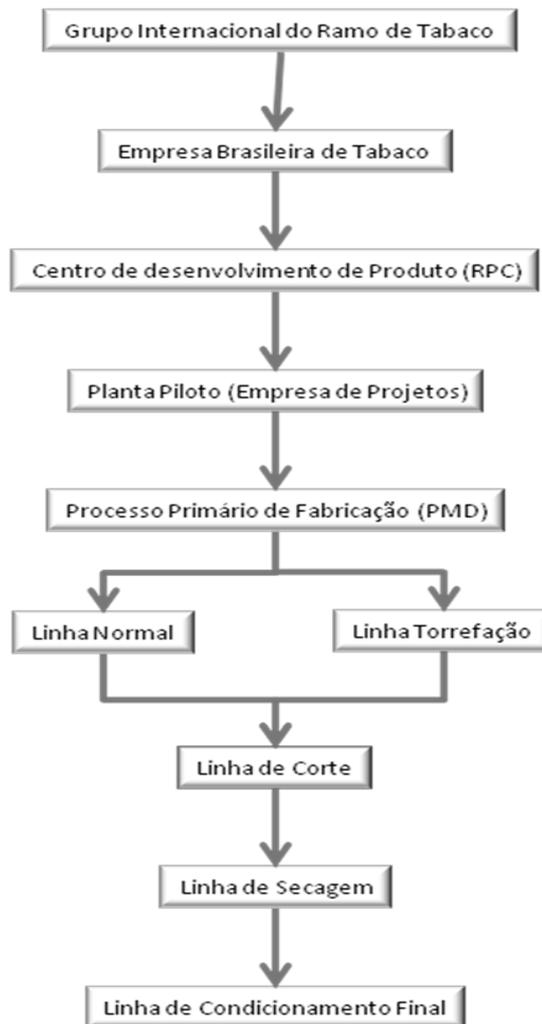
A planta piloto responde diretamente a um centro de desenvolvimento de produto, que iniciou sua atividade em setembro de 1974 no Rio de Janeiro, com a finalidade de dar suporte científico e tecnológico à empresa. Em 2007 passou a fazer parte do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CPD), dessa forma migrando para a unidade fabril de Cachoeirinha, no Sul do país, onde a partir de 2009 passa a atuar para toda a América Latina e região Caribenha, assim sendo conhecida como *Regional Product Centre* (RPC) para as Américas. Dotado de laboratórios modernos e métodos de análise certificados por diversos órgãos como a ANVISA e o Inmetro, o centro que comporta uma área construída de 19.800 m<sup>2</sup> é referência e coordena o desenvolvimento de produtos para a região, suprimindo com excelência as demandas do grupo Inglês. Cabe ressaltar ainda a diversas áreas que compõe o time de pesquisadores e técnicos, tais como, químicos, engenheiros, estatísticos, bioquímicos, farmacêuticos e administradores, sendo diversos destes mestres e doutores.

Correlacionado ao CPD, tem-se a planta piloto, que ocupa uma área total construída de aproximadamente 5.800 m<sup>2</sup> e é responsável pela fabricação de todos os protótipos desenvolvidos pelo setor RPC, dessa forma são supridas demandas de testes com consumidores e ainda, testes químicos e físicos de novos produtos desenvolvidos. Sendo capaz de desenvolver produções 40 vezes menor que a proporção fabril, esse setor se mostra extremamente importante na estratégia da companhia, dado que apresenta respostas rápidas às variações de mercado e testes em pequenas escalas, sendo assim responsável por suprir grande parte da demanda de inovação em produto para a região Ocidente.

A planta piloto atua desenvolvendo projetos de acordo com as especificações do líder de produto, para isso é dividida em quatro grandes áreas: o estoque de matéria-prima (fumo), o setor de processamento primário (PMD), o setor de processamento secundário (SMD) e as áreas de suporte (manutenção, preparo de amostra e limpeza). O PMD é o setor de destaque na operação da empresa de projetos, dado que é responsável pelo beneficiamento do tabaco que é empregado na fabricação do cigarro ou fumo para desenvolvimento ou monitoramento de novos produtos. Durante o processamento do fumo busca-se atingir uma série de atributos estipulados pelo líder do projeto, dentre essas são destacadas aroma, textura, dimensão, características físico-químicas e umidade do produto gerado, sendo este último quesito o maior balizador durante a fabricação.

Para atingir os padrões esperados o PMD conta com a utilização de 5 linhas principais: a Linha Normal, responsável pelo processamento inicial de dada classe fumo; a Linha Torrefação, capaz de beneficiar classes diferentes da linha anterior e com pequenas modificações no processo. Após receber o processamento inicial o tabaco passa por mais 3 processos, sendo os 2 últimos alvos do presente estudo, depois de misturados os fumos são cortados nas dimensões pré-estabelecidas na Linha de Corte; na sequência passa pela Linha de Secagem onde alcança a umidade desejada e por fim, passa pela Linha de Condicionamento Final, onde recebe essências para que adquira as percepções sensoriais esperadas.

Durante o processo de implantação do indicador OPE, identificou-se como um ponto ótimo para o projeto piloto as Linhas de Secagem e Condicionamento final. Elas foram agrupadas pelas características do processo dado que uma linha depende diretamente da outra, assim os dados foram coletados ao término da Linha de Condicionamento Final. Processo encerra-se na descarga do fumo processado em *bags* com, em média, 10 Kg. Para facilitar o entendimento das áreas e processos desenvolveu-se fluxo que pode ser visto na Figura 4.



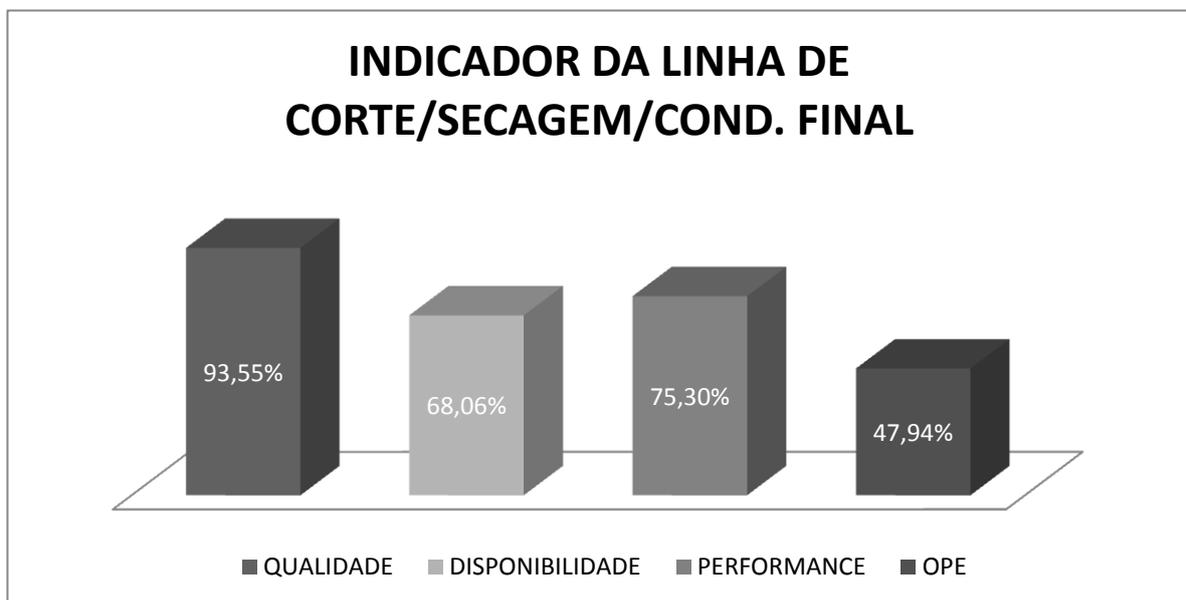
**Figura 4:** Fluxograma da inserção dos processos no contexto geral.

Todo processo foi avaliado e acompanhado durante um período de uma semana, sem qualquer anotação de dados, as tabelas utilizadas pelos operadores para coleta de dados foram visualizadas e analisadas, com a finalidade de conhecer os dados já levantados. Posteriormente, foram feitas reuniões com o gestor, analistas, técnicos de produção e colaboradores da linha, com a finalidade de apresentar a ferramenta, consolidar conceitos e ajustar dados que deveriam ser coletados. Finalizada essa etapa ao final do mês de agosto de 2011, iniciou-se a coleta de dados e lançamento desses em planilhas eletrônicas, dessa forma obtendo dados do período de setembro de 2011.

## 4.2 Resultado Global (OPE)

Após mapear, levantar e compilar todos os dados nas planilhas eletrônicas torna-se simples a obtenção de indicadores do OPE, inclusive o próprio índice de eficiência global de processo, que advém da multiplicação dos demais itens, como pode ser verificado na equação

8. Os dados avaliados em setembro (Figura 5) geraram indicadores dentro do esperado, onde a qualidade tomou destaque na eficiência, mas como um rendimento inferior a este na performance. Esses fatos parecem bastante plausíveis ao se olhar para a cultura da empresa que prega fortemente qualidade e dá menos foco à velocidade de entrega, ou seja, performance de máquina, ocorrendo muitas vezes uma redução de velocidade proposital do operador para atingir os parâmetros de produto desejado. A disponibilidade se mostrou ainda mais inferior, dado que, existem paradas no processo para ajustes de máquina ou ainda por falta de matéria prima (advindas do processo anterior), outro fator pode ser a falta de recurso fabril para execução do processo.



**Figura 5:** Gráfico apresentando os valores encontrados para Setembro de 2011.

Cabe ressaltar ainda que nenhuma melhoria de processo foi realizada antes da mensuração do mesmo, assim, estes são os primeiros valores lidos, em um teste piloto onde a equipe fez apenas pequenos ajustes nas planilhas de coleta com a finalidade de facilitar o lançamento de dados. Foi levantada uma série de pontos a ser melhorado na coleta de dados, nova modificação das formas de coletas e treinamento e conscientização da equipe, tornando-as mais intuitivas e dinâmicas, uma vez que a garantia da acuracidade dessas informações fica sob toda responsabilidade do operador, a empresa não possui a coleta automatizada de dados de parada de linha, por exemplo.

Melhorias na estratificação da informação de paradas, bem como, o estudo de padronização dessas, se mostraram primordiais para o sucesso na implantação dos indicadores de desempenho baseado na ferramenta OPE. O modelo exemplifica claramente que para se

obter um indicador que demonstre alto desempenho do processo é fundamental que todos os âmbitos de fabricação sejam excelentes, a fim de garantir a uniformidade na produção em questão, esse é um ponto que pode ser percebido claramente na análise do estudo realizado.

### **4.3 Definições e análises do Índice Qualidade**

A variável qualidade é preponderante no processamento das remessas beneficiadas no setor, uma vez que serve como parâmetro para o descarte de uma remessa. Com isso, não existe reprocessamento de uma batelada fora dos padrões, essa vira subproduto e uma nova remessa idêntica a anterior é consumida, dobrando assim os recursos utilizados. Existe uma série de fatores que podem reprovar uma remessa, sendo a umidade do fumo o principal deles, porém cabe ressaltar também a utilização de matéria prima equivocada e dimensões do corte do fumo errôneas.

Para a análise de umidade são utilizados dois métodos, existe uma parcela de conhecimento do próprio operador que toca o produto e através de seu conhecimento infere se a umidade condiz com a meta proposta. Concomitantemente são retiradas amostras de fumo que vão para análise pelo setor de qualidade da fábrica, esse método tem um tempo de resposta de um dia, porém emprega um método mais confiável através da utilização de fornos para medição da umidade. O resultado é computado em um sistema chamado Midas e fica disponível para o técnico de produção, que avalia se está dentro dos limites de tolerância e rejeita a remessa o repassa para o próximo processo. O padrão do percentual de umidade aceito pela companhia atualmente para fabricação de cigarros é de 13,8% com uma variação tolerável de 0,5% para mais ou para menos.

Após a avaliação o técnico lança essa informação em uma planilha eletrônica de acordo com a Figura 6, apresentando basicamente a ordem de processo (PA) realizada e se esta foi reprovada ou não.

CONTROLE DE PROCESSAMENTO TOTAL DE PA			
SETEMBRO 2011			
PA	ALT	DATA DE PROC.	APROVADAS
377	1	5-set-11	OK
392	1	5-set-11	OK
396	1	5-set-11	OK
394	1	6-set-11	OK
709	1	6-set-11	OK
356	1	6-set-11	OK
355	1	6-set-11	OK
398	1	8-set-11	OK
403	1	8-set-11	REPROVADA
370	1R	8-set-11	OK
393	1	8-set-11	OK
402	1	9-set-11	REPROVADA
397	1	9-set-11	OK
395	1	12-set-11	OK
169	1R	12-set-11	OK
378	1	14-set-11	OK
382	1	14-set-11	OK
375	1	14-set-11	OK
403	1R	22-set-11	OK
402	1R	22-set-11	OK
198	1R	23-set-11	OK
715	1	23-set-11	OK
410	1	27-set-11	OK
380	1	27-set-11	OK
379	1	27-jan-00	OK
413	2	28-set-11	OK
412	1	28-set-11	OK
411	1	28-set-11	OK
713	1	29-set-11	OK
714	1	29-set-11	OK
716	1	29-set-11	OK

**Figura 6:** Status da ordem produção de Setembro de 2011.

Essas informações são então compiladas e geram o gráfico de qualidade para o OPE, conforme a Figura 5, utilizando a fórmula de cálculo da equação 5, sendo na situação em questão um total de 31 remessas processadas e destas, 2 reprovadas.

#### 4.4 Definições e análises do Índice Performance

A produção é controlada através de um software de automação, os parâmetros de performance do processo são definidos através de um sistema, esses são colocados pelo técnico de acordo com os estudos feitos pela engenharia. Esses parâmetros são ditados de acordo com a velocidade do processo que é dada através do fluxo de peso em função do tempo (Kg/hora). Dessa forma é possível avaliar em quanto tempo uma remessa deve ser processada, contemplando assim pequenas paradas e perdas de velocidade. A velocidade padrão utilizada para esse processo é computado em 300 Kg/h, ou seja, caso uma remessa tenha 300 quilogramas, esta deveria necessariamente ser produzida em uma hora, exceto ocorram grandes paradas no processo, as quais são contempladas no índice disponibilidade, qualquer variação deste temos então caracterizado perdas relativas à performance. Existe uma variação natural do fluxo de peso em função do tempo durante o processo, porém, foi

acordado durante o projeto que o valor médio assumido seria de 300 Kg/h, uma vez que, é o valor programado e considerando que o índice será sempre medido nessa velocidade, permitindo a comparação dos valores mês a mês.

Os dados de tempo de processo, bem como, quantidade de matéria prima processada são anotados pelo operador em uma planilha de acordo com o modelo Anexo 1. Dessa forma, ao final do dia esses dados são computados pelo técnico de produção em uma planilha eletrônica de acordo com a Tabela 1. O tempo é então programado e calculado pegando-se o peso processado e dividindo-o pelo fluxo de linha e o resultado é acrescido pelo tempo de descarga mensal médio. Coleta-se também o tempo necessário para o beneficiamento (descontado da parcela de paradas de máquina). Em seguida esses dados são utilizados na equação 6, gerando assim os dados de performance para o índice global.

Tabela 1 – Tabela contendo dados mensais para cálculo da Performance

<b>CONTROLE DE PROCESSAMENTO TOTAL DE PA</b>					
Total Peso Processado no Mês (Kg)	Tempo Programado Em Horas	Fluxo de Linha na Automação (Kg/h)	Tempo Apontado (Sem Paradas da Linha) Em Horas	Tempo de Descarga	
4750,21	26:10:00	300	34:45:00	10:20:00	

#### **4.5 Definições e análises do Índice Disponibilidade**

Com a finalidade de gerar o tempo disponível de máquina, todas as paradas de linha são apontadas em uma planilha de controle de produção e paradas (Anexo 1). Essas paradas foram levantadas previamente junto aos funcionários de acordo com sua ocorrência, posteriormente foram agrupadas de acordo como sua classe (mecânica, elétrica e entre outras) e receberam um código de identificação para facilitar o preenchimento pelo operador.

Esses dados de parada são então inseridos pelo técnico de produção em uma planilha eletrônica denominada Paradas de linha, conforme Figura 7, que exemplifica apenas um dia apontado. Esses dados servem de referência para gerar o índice de disponibilidade para o OPE, os valores são inseridos na equação de número 7, de acordo com a Figura 5.

Corte/Secagem/Cond Final									
Setembro 2011									
Dias registrados:	12								
		05/set							
Tempo total mês:	108:00	PA	Início	Fim	Tipo	Duração	Motivo	Tempo dia:	9:00
Paradas mês:	38:00	377/1	8:00	10:00	Silo	2:00	23	Paradas:	2:00
Disponível mês:	73:30							Disponível:	7:00
Paradas/Classe		Tempo							
Mec		0:00:00							
Eet.		1:10:00							
MatPri		0:40:00							
Silo		20:39:00							
Limp		0:00:00							
Prep		11:01:00							
Ent		1:00:00							
Alm		3:30:00							
Aut		0:00:00							
BF		0:00:00							
Util		0:00:00							
AD		0:00:00							

**Figura 7:** Dados referentes ao cálculo de disponibilidade.

Para o cálculo desse item utilizou-se todo período apto de produção no mês, que para esse caso foi de 12 dias e multiplicou-se pelas horas diárias trabalhadas no processo, nove horas. Em seguida, descontaram-se todas as paradas de máquinas ou devido a eventos em outras linhas e o resultado foi dividido pelo tempo disponível para produção.

Esse foi o item do indicador global de maior necessidade de firmar conceitos claros e adequados ao tipo de procedimento aplicado na empresa de projetos por parte do grupo que estruturou o indicador. Isso ocorreu devido a uma série peculiaridades do processo, por exemplo, como seriam caracterizadas as paradas de limpeza entre as remessas, uma vez que, ao mudar de produto não poderia ocorrer contaminação da matéria prima subsequente, o que foi caracterizado como limpeza e preparação da linha. Outro ponto levantado foi a não necessidade diária de rodar a linha e como isso seria computado, uma vez que o processo atua de acordo como a demanda de projetos e a necessidade do processo em seqüência, este poderia ser assimilado como ocioso, ficando então acordado que esses dias seriam excluídos do cálculo. Assumiu-se ainda, que a jornada de trabalho seria de apenas um turno, nove horas, ainda que exista o restante dos turnos livres para produção, não utilizou essa premissa no cálculo.

## 5. Conclusões

O estudo teve como objetivo implantação de indicadores de desempenho para uma linha de produção, realizado em uma empresa que atua em projetos de desenvolvimento de produto. Com isso, avaliar ainda as principais dificuldades de aplicação e comportamento do processo para diferentes índices. O desenvolvimento desse projeto mostrou-se importante,

uma vez que, adaptou uma ferramenta utilizada comumente em produções contínuas e padronizadas, para projetos de escala reduzida e diferenciados em cada operação.

Para realização do estudo, primeiramente avaliou-se a ferramenta utilizada, mapeando as métricas necessárias, bem como, as informações já buscadas pela empresa. Os dados coletados pelos colaboradores foram computados e geraram indicadores de desempenho para o processo analisado, levando em consideração o conjunto de determinada linha de produção e não apenas as máquinas dessa. Os resultados possibilitaram avaliação de parâmetros como qualidade, desempenho, performance e eficiência global. Esses demonstraram como as características de atuação da empresa ficam evidenciadas, e ainda, possíveis áreas para atuação com a finalidade de obter melhorias.

A avaliação mensal demonstrou a preocupação da empresa com a questão qualidade do protótipo desenvolvido - esse índice se sobrepõe claramente sobre os demais. O índice global de desempenho foi reduzido, característica clara da ferramenta que avalia também os itens de forma global, ou seja, todos os índices devem ser altos para que se tenha um excelente resultado geral. Verifica-se ainda, que atuações de melhorias no processo podem ser realizadas para alavancar a performance, bem como, estudos para ampliar a disponibilidade de máquina. É importante ressaltar que a ferramenta utilizada, apresentou algumas dificuldades para implementação devido a características do próprio processo, dessa forma, algumas informações coletadas e parâmetros foram acordados com a gerência previamente. Nesse contexto, ainda que a ferramenta seja útil, ela necessita ser adaptada de acordo com a aplicação que está sendo dada a esta, fato que torna interessante a versatilidade que permeia o OPE.

A decisão de não utilizar os dias que não foram contemplados pela programação no cálculo do OPE pode gerar certo mascaramento de alguma ociosidade do processo. Porém, foi assumida essa posição dado que a implantação é recente, onde se buscava medir o processo e visualizar possíveis melhorias para este. Caso os dias que são registrados na programação como sendo sem demanda fossem acrescidos ao cálculo, esses tomariam grande parcela do mesmo, deixando outros fatores como paradas comuns ao processo ocultas. E ainda, deixaria o item disponibilidade extremamente baixo o que na conjuntura inicial, não fazia parte da análise. Após consolidada a implantação da ferramenta, comparação com outras áreas podem ser feitas, podendo assim servir de referência uma área para a outra, gerando possíveis planos de ação.

Para maiores conclusões referente a melhorias efetivas de processo, bem como, a total certeza de manutenção e sustentabilidade da ferramenta, essa deve ser avaliada durante

período maior de tempo (meses seqüentes). Para estudos futuros sugere-se a comparação da eficiência desse indicador de desempenho global frente a outros indicadores, como por exemplo, *Balanced Scorecard*, ou ainda algum outro citado na Figura 3. Ou ainda, a aplicação dessa ferramenta em outras empresas de projetos, porém com características diferenciadas de atuação, tais como, processos distintos ou quantidades processadas.

## 6. Referências

CHIARADIA, A. J. P. Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso da indústria automobilística. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia. Porto Alegre, 2004, p. 115.

COSTA, S. E. G. LIMA, E. P. Uses and Misuses of the ‘Overall Equipment Effectiveness’ for Production Management. Institute of Electrical and Electronic Engineers INTERNATIONAL ENGINEERING MANAGEMENT CONFERENCE, Cambridge, UK, vol.2, 2002, p. 816-820.

DE ROLT, M. I. P. O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 1998.

HRONEC, S. M. Sinais vitais: usando medidas de desempenho da qualidade, tempo e custo para traçar a rota para o futuro de sua empresa. São Paulo: Arthur Andersen - Makron Books, 1994.

JURAN, J.M. Juran - planejando para a qualidade. Trad. de João Mário Csillag e Cláudio Csillag. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1992.

MAFRA, A. T. Proposta de Indicadores de Desempenho para Indústria Cerâmica Vermelha. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

MIRANDA, L. C.; SILVA, J. D. G. Medição de desempenho. In: SCHMIDT, Paulo (Org.) Controladoria: agregando valor para a empresa. Porto Alegre: Bookman, 2002.

MORAIS, L. H. SANTORO, M. C. Medida de eficiência em linhas de produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXVI., 2006, Fortaleza, CE, Anais... Fortaleza: ABEPRO, 2006, p. 4. 1CD.

MUCHURI P. PINTELON L., Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion, International Journal of Production Research. Vol. 46, No. 13, p3517-3535, Julho, 2008.

MÜLLER, C. J. Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações). Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

OPRIME, P. C.; TOLEDO, J. C. Sistema de Indicadores de Desempenho da Qualidade do Produto e do Processo: concepção e implantação em uma empresa do setor de autopeças. In: 21 Encontro Nacional da ANPAD, 1997, Angra dos Reis, RJ. 21 Encontro Nacional da ANPAD - Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, 1997.

RAJA, N. P. KANNAN, S. M.: Overall Process Effectiveness (OPE) Model for the Tyre Manufacturing Industry, In: Manufacturing Engineering, vol.3, 2008.

RON, A. J. ROODA, J. E. Equipment Effectiveness: OEE Revisited. Institute of Electrical and Electronic Engineers - Transaction on Semiconductor Manufacturing, Vol. 18, No. 1, 2005, p. 190.

SANTOS, A. C. O. SANTOS, M. J. Utilização do indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na gestão da melhoria contínua do sistema de manufatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXVII., 2007, Foz do Iguaçu, PR, Anais... Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007, p. 4. 1 CD.

SEBRAE. Indicadores de sucesso: qualidade e produtividade. Brasília: SEBRAE, 1995.

VILAROUCA, M. G. Implementação de indicadores de desempenho na gestão da manutenção: uma aplicação no setor plástico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXVIII., 2008, Rio de Janeiro, RJ, Anais... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. 1 CD.

