

# AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DOS DESPERDÍCIOS E O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DE UMA LINHA DE MISTURAS PARA BOLOS ATRAVÉS DA FERRAMENTA DE EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE) DO *LEAN MANUFACTURING*

Rafaela da Rosa Sartoretto<sup>1</sup>  
Leossania Manfroi<sup>2</sup>  
Elton Zeni<sup>3</sup>  
Marivane Menuncin Viêra<sup>4</sup>

## RESUMO

As indústrias, independente da sua capacidade produtiva, necessitam aumentar sua produtividade, eliminando gastos, custos e tempos desnecessários para executar suas atividades. Neste ambiente de intensa competitividade, medir e melhorar continuamente seu desempenho é fundamental para sobrevivência das indústrias no mercado. O objetivo do estudo foi avaliar a redução dos desperdícios e aumento da produtividade de uma linha de misturas para bolos através da análise de eficiência global do equipamento (OEE) do *Lean Manufacturing*. Quanto aos procedimentos metodológicos, o método científico utilizado foi o indutivo, o nível de pesquisa foi a descritiva e o delineamento foi o estudo de caso. Os instrumentos de coleta de dados foram a entrevista, documentos e observação. A amostra da pesquisa foi uma indústria de alimentos em pó localizada no município de Chapecó-SC. A análise e interpretação dos dados foi qualitativa. Através do estudo e observação contínua da linha de misturas para bolos, no período de janeiro a julho de 2016, foi possível obter dados concisos e através da aplicação da ferramenta, analisar os resultados. Antes das melhorias realizadas, o índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE) era de 67,1%. Após aplicação de ações para redução de perdas e de etapas desnecessárias do processo, pode-se verificar um aumento de 29% na disponibilidade, 13,3% na produtividade e 21,2% na qualidade, onde o OEE aumentou para 87,6%.

**Palavras-chave:** Produtividade. Desperdícios. *Lean Manufacturing*.

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema de produção, conhecido como Sistema Toyota de Produção, também chamado de manufatura enxuta ou ainda *Lean Manufacturing*, tem como finalidade eliminar desperdícios ao longo da cadeia produtiva e permitir um produto com maior qualidade, confiabilidade e lucratividade (MORÓZ, 2009).

---

<sup>1</sup> Especialista em Engenharia de Produção e *Lean Manufacturing*. E-mail: rafah-ela@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Contabilidade. E-mail: leossania@uceff.edu.br

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia da Produção. E-mail: elton@uceff.edu.br

<sup>4</sup> Mestre em Educação em ciências e matemática. E-mail: marivane@uceff.edu.br

A minimização de desperdícios na produção ocupa um papel importante dentro da empresa, de modo a atingir a uma melhor produtividade, não desperdiçar capital com peças defeituosas, estocar somente o necessário, ganhar agilidade na produção com mudança de layout e eliminar outros tempos perdidos que geram perdas de produtividade. Todo desperdício adiciona para a empresa custo e tempo. Por isso, a adoção de indicadores de desempenho torna-se imprescindível para a análise e o controle dos processos (MANFREDINI; SUSKI, 2010).

Segundo Fernandes (2004), a tarefa básica de um indicador é expressar, de forma simples e concisa, uma determinada situação que se deseja avaliar, demonstrando sob uma base de medida aquilo que está sendo feito, os problemas e as oportunidades de melhorias.

O indicador do Eficiência Global do Equipamento (OEE) tem sido amplamente utilizado nas indústrias de manufatura no diagnóstico de seu sistema produtivo e direcionamento das ações de melhoria contínua (BOHORIS et al., 1995; TSAROUHAS, 2007; WEE; WU, 2009; GIBBONS; BURGESS, 2010).

Sua aplicação tem sido difundida em diversos setores industriais, dentre os quais se destacam o automobilístico, semicondutores, de processos e alimentícias. Esse indicador promove uma visão ampliada da vida útil dos equipamentos e assume que as condições de uso destes é basicamente influenciada pela sua disponibilidade, desempenho e qualidade de conformidade. Existem guias e padrões referenciais para sua medição e análise que podem servir como base para permitir a comparação dos resultados de diferentes plantas num dado setor industrial (RON; ROODA, 2005).

Nesse contexto, o OEE tem sido amplamente utilizado como indicador para medição do desempenho global do(s) equipamento(s) na manufatura que, ao estruturar a análise das perdas de aproveitamento de sua capacidade, ajuda a direcionar os esforços de melhoria contínua dos pequenos grupos (JONSSON; LESHAMMAR, 1999). Como métrica de uso gerencial, o OEE tem sido adotado principalmente por indústrias que precisam assegurar elevada disponibilidade de seus equipamentos.

Diante do exposto apresenta-se a questão problema do estudo: **Como avaliar os desperdícios e aumentar a produtividade de uma linha de misturas para bolos através da análise de eficiência global do equipamento (OEE) do *Lean Manufacturing*?** O objetivo do estudo foi avaliar a redução dos desperdícios e aumento da produtividade de uma linha de misturas para bolos através da análise de eficiência global do equipamento (OEE) do *Lean Manufacturing*.

O estudo justifica-se por contribuir com pesquisas sobre redução de desperdícios e aumento da produtividade de uma linha de misturas para bolos. Dados obtidos através da aplicação da ferramenta de análise eficiência global do equipamento (OEE) do *lean manufacturing*. A ferramenta aplicada estimula o trabalho em equipe integrando os colaboradores da produção, fazendo com que haja um maior comprometimento com resultado em curto prazo, melhorando o entendimento sobre a necessidade de evitar os desperdícios e perdas no processo. A manufatura enxuta é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo feedback imediato sobre os esforços para transformar desperdício em valor, fazendo com que a motivação da força de trabalho seja maior.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A revisão de literatura que embasa o tema em estudo está estruturada em três tópicos, o primeiro aborda a gestão da produção industrial, o segundo trata da filosofia *Lean Manufacturing* e o terceiro aborda aspectos relacionados a ferramenta indicadora de Eficiência Global do Equipamento (OEE).

### 2.1 A GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

O termo produtividade é amplamente usado em publicações especializadas e no dia a dia das organizações manufatureiras. Um dos grandes desafios das indústrias atualmente é medir de forma eficaz sua capacidade de produção e sua produtividade. Inúmeras organizações buscam medir sua produtividade no intuito de usá-la como arma para aumentar sua competitividade.

Segundo Martins e Laugeni (2005, p.15), “a administração da produtividade corresponde ao processo formal de gestão, envolvendo todos os níveis de gerência e colaboradores a fim de reduzir os custos de manufatura, distribuição e venda de um produto ou serviço”. Este processo é feito por meio da integração de todas as fases do ciclo da produtividade que são: medida, avaliação, planejamento e melhoria. Moreira (2006), define capacidade produtiva como a quantidade máxima de produtos finais e serviços que podem ser produzidos numa unidade produtiva, num intervalo de tempo.

Tratando-se de gestão da produção, cuja função consiste em definir um conjunto de políticas que dê sustento à dinamicidade da posição competitiva para empresa, baseando-se

em aspetos como desempenho e a programação para as diferentes áreas de decisões da produção. Dado um sistema de produção, em que insumos são combinados para fornecer uma saída, a produtividade refere-se ao maior ou menor aproveitamento dos recursos nesse processo de produção. Nesse sentido, um crescimento da produtividade implica um melhor aproveitamento de funcionários, máquinas, da energia e dos combustíveis consumidos, da matéria-prima, e assim por diante (RITZMAN e KRAJESWSKI 2004).

Segundo Martins e Laugeni (2000), todas as atividades desenvolvidas por uma empresa visando atender seus objetivos de curto, médio e longo prazo se inter-relacionam, na maioria das vezes de forma complexa. Diante disso, como tais atividades transformam insumos e matérias primas em produtos acabados e/ou serviços, demandam recursos que, por sua vez devem agregar valor ao produto final, isso constitui um dos principais objetivos da Administração da Produção/Operações na gestão empresarial. São atividades fundamentais que as organizações usam para realizar tarefas e atingir suas metas (RITZMAN E KRAJESWSKI, 2004)

## 2.2 LEAN MANUFACTURING

O *Lean Manufacturing*, em português manufatura enxuta, também conhecido por Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu no Japão, após a segunda guerra Mundial pelo engenheiro e executivo da Toyota, Taiichi Ohno. O objetivo do STP é reduzir os desperdícios, ter maior qualidade dos produtos e redução do tempo de entrega ao cliente. A partir desse conceito de se produzir mais com cada vez menos, o sistema passou a ser denominado *Lean Manufacturing* por James P.Womack e Daniel T. Jones, em seu livro “A Máquina que Mudou o Mundo” obra publicada em 1990 nos EUA com o título original: *The Machine that Changed the World*.

O *Lean Manufacturing* tem como foco a eliminação sistemática dos desperdícios (SHINGO, 1996). Dessa forma opera para que o produto final seja produzido na quantidade e momento certo, conforme demanda do cliente, além de compor de um fluxo contínuo de materiais na produção.

Segundo Ohno (1997), o *Lean Manufacturing* é a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (OHNO,1997).

Para Shinohara (1988), o *Lean Manufacturing* é a busca de uma tecnologia de produção que utilize a menor quantidade de equipamentos e mão-de-obra para produzir bens sem defeitos no menor tempo possível, com o mínimo de unidades intermediárias, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requeridos pelo cliente.

Pinto (2006), define o pensamento *lean*, como uma abordagem inovadora às práticas de gestão, orientando a sua ação para a eliminação gradual das fontes de desperdício, através de abordagens e procedimentos simples, procurando a perfeição dos processos, sustentada numa atitude de permanente insatisfação e de melhoria contínua, e fazendo do tempo uma arma competitiva.

Segundo Toledo (2002), o pensamento enxuto pode ser entendido como a forma de produzir cada vez mais com cada vez menos recursos e, ao mesmo tempo, aproximar-se dos clientes e oferecer aquilo que eles realmente almejam, tornando o trabalho mais satisfatório e oferecendo retorno imediato sobre os esforços da transformação do desperdício em valor.

Para Campos (1996), o desperdício é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (matéria prima, tempo, energia, por exemplo). Ao eliminar todos os desperdícios, restam na organização todas as atividades que geram valor. É desta forma que as organizações, seguindo uma filosofia *lean*, conseguirão reforçar as vantagens competitivas.

### 2.3 EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE)

A *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) conhecida como eficiência global do equipamento, é uma ferramenta que fornece uma medida para a produtividade da fábrica, processo ou equipamento, considerando os critérios de disponibilidade; desempenho; e qualidade da produção final (KODA; SALTORATO; FERRARINI, 2012).

Através de uma metodologia simples e eficiente, a OEE tem capacidade de reportar todas as causas de paradas, perdas no desempenho da produção e perdas devido à qualidade nos produtos (VERDIN; XAVIER; PEDRO; AZEVEDO; DARICO, 2005).

Conforme Hansen (2006) utilização do indicador OEE, 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 Nakajima (1989), o OEE é uma medição que procura revelar os custos escondidos na empresa.

Para Hansen (2006) a medição da OEE pode ser aplicada de diferentes formas e objetivos, porque permite identificar áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias. A análise da OEE permite identificar o recurso com menor eficiência, possibilitando, desta forma, focalizar esforços nesses recursos. A importância de se aperfeiçoar os equipamentos e atuar nas maiores perdas (obtidas através do OEE) concretiza-se quando há aumento de produção: a melhoria da eficácia descarta a necessidade de novos investimentos.

O significado de OEE é resultado obtido através do produto de três categorias: a disponibilidade, a produtividade e a qualidade. Onde a disponibilidade é a medição das perdas por parada, o desempenho é medição das perdas por variação de ritmo e a qualidade é a medição das perdas por defeitos nos produtos.

Inicialmente deve-se descobrir a taxa de disponibilidade. Nakajima (1989), descreve que este fator corresponde ao quanto a máquina ou as máquinas e linhas de uma unidade industrial estão disponíveis para serem utilizadas. Neste cálculo a taxa de disponibilidade é obtida através do tempo real de produção dividido pelo tempo programado.

Em seguida deve-se calcular a taxa de produtividade. Hansen (2006), propõe que a produtividade relaciona às perdas, em relação ao volume a ser produzido no período determinado, ou seja, tempo real, comparado ao padrão. Este fator representa o quanto a máquina produz em relação a capacidade de produção desta mesma máquina. Neste cálculo a taxa de produtividade é obtida através da produção real dividida pela capacidade nominal de produção.

A última variável é calcular a taxa de qualidade que é a medida para perdas, devido a produtos defeituosos que para Hansen (2006), não é suficiente ter altos índices disponibilidade e alta eficiência se os produtos estão sendo produzidos com defeitos e falhas. Neste cálculo a qualidade é obtida através da quantidade de produtos bons, dividido pela quantidade de produtos produzidos no total.

Segundo Nakajima (1989) e Santos e Santos (2007), o índice ideal do produto das três taxas, o OEE, deve ser de 85%, e para isto é necessário que os valores de cada índice sejam: Disponibilidade= 90%, Produtividade = 95% e Qualidade= 99%.

O resultado do OEE, bem como o resultado de cada índice que compõe seu cálculo, deve apresentar onde as melhorias devem ser realizadas, ou seja, onde estão localizados os desperdícios. Sendo assim, a melhoria da eficiência dos equipamentos e do sistema produtivo

como um todo está em identificar os desperdícios, eliminando-os ou reduzindo-os, de forma a melhor aproveitar as potencialidades da capacidade produtiva instalada na empresa (REZENDE FILHO; ALMEIDA; BEZERRA, 2014).

Segundo Hansen (2006), entre as vantagens do OEE, destacam-se: a) Permitir tomada de decisão aos planejadores e aos gerentes no horizonte de curto prazo; b) Permitir que a alta administração passe a ter uma visão mais operacional e real do que ocorre no chão de fábrica; c) Dificultar que informações operacionais sejam ocultadas; d) Propiciar uma revisão dos dados de engenharia como o tempo padrão; e) Democratizar as informações sobre a performance dos equipamentos; f) A OEE é um índice abrangente que sinaliza os efeitos do ambiente, exemplo de falta de materiais, problemas de qualidade, falta de recursos humanos, etc. sobre a produção.

### 3 METODOLOGIA

O objetivo do estudo foi avaliar a redução dos desperdícios e aumento da produtividade de uma linha de misturas para bolos através da análise de eficiência global do equipamento (OEE) do *Lean Manufacturing*. Para atender o objetivo do estudo o método científico utilizado foi o indutivo. O nível de pesquisa foi a descritiva, e o delineamento foi o estudo de caso.

Para Gil (2008) o método indutivo parte do particular e coloca a generalização como um produto posterior do trabalho de coleta de dados particulares. Já para Lakatos e Marconi (2007, p. 86) “a indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas”.

Com relação ao nível, a pesquisa foi classificada como descritiva. A pesquisa descritiva, pois será realizada uma análise, observando e interpretando os fenômenos que serão estudados. As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno (GIL, 2002).

O delineamento foi o estudo de caso. Para Alyrio (2008) o estudo de caso envolve um estudo profundo e exaustivo de objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento. O pesquisador dedica-se ao estudo intenso de situações do passado, que possam ser associadas a situações presentes, em relação a uma ou algumas unidades sociais.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados para a realização do estudo foram os documentos, a entrevista e a observação.

A entrevista foi realizada com a gerente industrial da empresa observada no mês de abril de 2016 e contribuiu para a obtenção de dados concisos e entender as dificuldades do processo. Segundo Colauto e Beuren (2004) a entrevista é a técnica de obtenção de informações em que o investigador se apresenta pessoalmente à amostra da população selecionada e formula perguntas, com objetivo de obter dados necessários para responder à questão estudada. Funciona como uma forma de diálogo em que um dos elementos busca coletar dados e o outro é a fonte de pesquisa.

A observação de documentos e do funcionamento dos processos foi realizada no período de janeiro a julho de 2016 e medido através do relatório de eficiência do equipamento. A coleta de dados que baseada em documentos, sendo eles escritos ou não, pode ser feita no momento que o fato ocorre, ou após a ocorrência do fato pesquisado (MARCONI; LAKATOS, 2010).

### 3.1 CONSTRUCTO DA PESQUISA

A metodologia adotada para o cálculo da eficiência global do equipamento (OEE) está apresentado no Quadro 01.

**Quadro 01 – Fórmulas para o cálculo da eficiência global do equipamento (OEE)**

Indicador	Fórmula	Índice ideal	Autor
Disponibilidade	$\frac{\text{Tempo real de operação}}{\text{Tempo programado}}$	90%	Nakajima (1989) <i>apud</i> Santos e Santos (2007)
Produtividade	$\frac{\text{Produção real}}{\text{Capacidade nominal}}$	95%	
Qualidade	$\frac{\text{Quantidade de produtos bons}}{\text{Quantidade de produtos produzidos}}$	99%	
<b>OEE</b>	<b>Disponibilidade X Desempenho X Qualidade</b>	<b>85%</b>	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Observa-se no Quadro 01 a metodologia de cálculo utilizada para este estudo para obtenção dos valores dos indicadores: Disponibilidade; Produtividade e Qualidade.

Muita atenção deve ser dada não só ao processo de cálculo do OEE, mas também deve-se ter o cuidado quanto ao correto reporte dos dados, uma vez que dados não confiáveis ou incompletos resultarão em uma análise incorreta da realidade dos fatos e,

consequentemente, em tomada de ações incorretas que geram mais desperdícios como: tempo, recursos físicos/ humanos/ financeiros.

O índice de Disponibilidade leva em conta as paradas não planejadas originadas por quebra de equipamento, setup, necessidades de ajustes no equipamento na troca de produto, etc. Já no índice de Performance deve-se considerar as perdas de velocidade, aumento do tempo de ciclo das operações, os atrasos, etc. Quanto ao índice de Qualidade deve-se atentar aos refugos que tiveram origem em falhas nos recursos físicos e/ou também humanos.

A análise do OEE, e a obtenção correta de dados para melhoria da eficiência dos equipamentos e do sistema produtivo como um todo está em identificar os desperdícios, eliminando-os ou reduzindo-os, de forma a melhor aproveitar as potencialidades da capacidade produtiva instalada na empresa.

### 3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA DO ESTUDO

A população da pesquisa foi representada pelas indústrias de alimentos em pó. E a amostra foi uma indústria de alimentos em pó localizada no município de Chapecó-SC.

Para Marconi e Lakatos (2010, p. 206) universo ou população [...] “é o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum”.

Já a amostra desta pesquisa conforme Vergana (1998) é a representação menor de um todo maior, tendo por objetivo analisar as características encontradas em um todo. É necessário elaborar um plano de amostragem que leva em conta o tipo de investigação para garantir a representatividade e significância das amostras.

A análise e interpretação dos dados foi realizada de forma qualitativa. Segundo Vergana (1998) na pesquisa qualitativa os dados podem ser tratados e apresentando-os de forma mais estruturada e analisados com maior profundidade. O estudo realizado é qualitativo, pois analisamos os dados tabulando o que cada entrevistado mais utiliza para selecionar líderes em suas equipes.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

O objetivo do estudo foi avaliar a redução dos desperdícios e aumento da produtividade de uma linha de misturas para bolos através da análise de eficiência global do equipamento (OEE) do *Lean Manufacturing*. Os dados foram obtidos através da coleta de

informações em entrevista com a gerente industrial, bem como a observação contínua do processo, acesso a planilhas e documentos da produção e aplicação da ferramenta OEE.

#### 4.1 A PERCEPÇÃO DA GERENCIA INDUSTRIAL EM RELAÇÃO AO PROCESSO

Para verificar a percepção da gerencia industrial em relação a produtividade e aos desperdícios no processo produtivo de uma linha de misturas para bolos foi realizada uma entrevista com a gerente industrial que atua na empresa há 4 anos. Graduada em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pós-graduanda em Engenharia de Produção e *Lean Manufacturing*, tem 27 anos e no decorrer da sua trajetória vem se aprimorando em obter maior produtividade através da melhoria contínua, qualidade e redução de desperdícios.

A gerente acredita que muitas melhorias ainda podem ser realizadas, contudo os funcionários mais antigos da empresa, estão acostumados a trabalhar no mesmo ritmo e possuem dificuldades para se adequar as mudanças. É perceptível que são necessárias várias mudanças de atitudes, além treinamento para os operadores de modo que todos entendam o porquê das mudanças, o porquê da redução dos desperdícios e o aumento da produtividade. E entendam a importância que cada um exerce na empresa e quais as responsabilidades e consequências de suas atividades.

A ferramenta OEE, foi o indicador escolhido para a representação racional, objetiva e quantitativa do desempenho, pois permite enxergar os pontos falhos e a análise das possíveis causas dos problemas responsáveis pelos resultados indesejados, apontando onde e quais as melhorias devem ser realizadas.

O *Lean Manufacturing*, está relacionado à redução ou eliminação das atividades que não agregam valor ao produto e que, portanto, são geradoras de custos. Na filosofia *lean*, tais atividades são classificadas em oito desperdícios (superprodução, desperdício de estoque, produto defeituoso, retrabalho, espera, pessoal, movimentação e desperdício de transporte). Atentando a esses desperdícios, segue abaixo os resultados obtidos antes e após a aplicação da ferramenta OEE.

#### 4.2 APRESENTAÇÃO DO OEE

Com base na entrevista realizada, análise de documentos de controles internos e observação do processo foi realizada a análise de eficiência global do equipamento (OEE) do *Lean Manufacturing* para avaliar a redução dos desperdícios e aumento da produtividade de de uma linha de misturas para bolos. As etapas do processo foram: a) primeira aplicação da ferramenta (OEE); b) Resultado da primeira aplicação da ferramenta (OEE); c) Problemas detectados e apresentação das soluções; d) Aplicação e resultados após melhorias.

#### 4.2.1 Primeira aplicação da ferramenta OEE

A ferramenta OEE foi aplicada na linha de produção de misturas para bolos, de modo a identificar os pontos de perdas e melhorias que podem ser realizadas para aumentar a produtividade deste processo. Segue abaixo os dados encontrados na primeira análise, ou seja, antes das melhorias.

Durante os primeiros dois meses, foi verificado que mínimo produzido em um dia de produção era 280 fardos (5.600 unidades de bolo) e o máximo produzido era: 350 fardos (7.000 unidades de bolo). Em média, eram produzidos 315 fardos por dia. A partir dos dados obtidos com a gerente industrial obteve-se que a demanda média mensal é 10.000 fardos com 20 unidades ou (500 fardos por dia) e que o rendimento médio operacional de produção era 24 unidades de bolo por minuto.

A empresa trabalha 20 dias por mês com carga horária diária de 08:48 horas. Tempo insuficiente para atender a demanda mensal. Além da produção de uma linha de bolos este mesmo equipamento pode fabricar outra linha de produtos como: achocolatado em pó, cacau em pó e chocolate em pó. Muitas vezes a produção de bolo vem sendo interrompida para produzir algum item que falta no carregamento da semana, ocasionando paradas e perdas desnecessárias. Detectou-se que o processo está totalmente fora do padrão, pois a produção no equipamento estava muito abaixo de sua capacidade e a insuficiência de operadores gerava uma troca repentina e consequentemente desperdícios de embalagem e de tempo.

Foi verificado que a empresa atende pedidos semanalmente, produzindo até 3 (três) sabores de bolos por dia no mesmo equipamento. Não possuem um estoque pulmão e nenhum estoque para ciclo ficando sempre à espera das ordens de produção e consequentes vendas para poder produzir (produção puxada). O estoque de matérias primas e embalagens também estão sempre reduzidos e operando no limite, causando também esse atraso na produção e redução da eficiência do processo.

Através da primeira aplicação da ferramenta OEE, pode-se verificar os tipos de perdas detectadas no processo bem como quais melhorias podem ser realizadas para aumentar a disponibilidade, produtividade do equipamento e a qualidade final do produto acabado.

Através destas informações, foi calculado a disponibilidade, produtividade e qualidade.

#### 4.2.2 Resultado da primeira aplicação da ferramenta OEE

A empresa possui um turno de produção (08:48 horas ou 528 minutos) para produzir até 600 fardos. Contudo, o tempo real operacional disponível é 313 minutos, pois existem várias perdas que afetam diretamente esta disponibilidade. Os operadores demoram cerca de 20 minutos por dia para troca de uniforme, o aquecimento da máquina 2 vezes ao dia leva 30 minutos, a troca de produtos (45 min), troca de bobinas (60 min), Setup 4 vezes ao dia (40 min), paradas para tomar água e ir ao banheiro (20 minutos). Somando todas essas paradas, o tempo total perdido é de 215 minutos.

Portanto a Disponibilidade = Tempo real de operação / Tempo programado. A disponibilidade real que o equipamento possui para operar diariamente é 59%.

Nestas condições, o equipamento possui 313 minutos disponíveis. A cada minuto são produzidas 24 unidades de bolo, resultando em 7.512 unidades de bolo em um dia. Ou seja, a capacidade de produção é de no máximo 375 fardos de bolo por dia. A produção real é 375 fardos e a teórica é 600 fardos.

Portanto a Produtividade = Produção Real / Produção teórica =  $375/600 = 62\%$

Nesta primeira análise, foi detectada também a qualidade dos produtos que saem do equipamento. De cada 2500 unidades de bolos que saem do equipamento por lote (considerando uma produção de 3 sabores por dia), as primeiras 125 unidades são retiradas por estarem com solda falhada ou fora do peso, ou seja, há uma perda de 5 % de embalagens, porém ocorrem outras perdas durante o processo, em torno de 10% e as mesmas são relatadas no relatório de eficiência do equipamento. Todo o produto (mistura para bolo) é reprocessado caso haja embalagem com pesagem fora do padrão. As perdas de embalagens para realizar os ajustes de máquinas não estão consideradas neste cálculo pois são necessárias para funcionamento da máquina.

A qualidade desta produção ficou definida como: Qualidade = total unidades boas / total produzido =  $2000 \text{ unidades} / 2500 = 80\%$ .

Nesta primeira etapa, verificou-se que o OEE Índice de Eficiência Global dos equipamentos é:

$$\text{Disponibilidade \%} * \text{Performance \%} * \text{Qualidade \%} = 59 + 62,5 + 80 / 3 = 67,1 \%$$

#### **4.2.3 Problemas detectados e apresentação das soluções.**

Verificou-se que dois operadores revezavam a produção deste equipamento (as vezes eles operavam em dias diferentes e as vezes revezam o processo no mesmo dia e analisando as planilhas de dados do equipamento, ficou evidente que dependendo do operador com mais ou menos experiência, o rendimento da máquina foi variável. Definiu-se que apenas um operador vai operar este equipamento, se aperfeiçoar obtendo treinamento com o operador mais experiente da empresa. Pois desta forma vai entender melhor a máquina e ao longo do tempo poderá solucionar os problemas que vierem a surgir.

Foi aplicado uma planilha de análise eficiência de cada produção de bolo, para que o próprio operador realizasse o preenchimento de dados de tempo, produção e perdas ocorridas em cada produção. Isso fez com que após apresentação dos dados a todos, os funcionários entendessem o processo e verificassem suas melhorias gradativamente. Um melhor ajuste de máquina, reflete em menos paradas, menos tempo de manutenção e maior produtividade e qualidade.

Ao longo desses primeiros meses foram identificados três maiores pontos de desperdícios, entre eles: retrabalho, tempo de espera e perdas de tempo. O retrabalho refere-se aos desperdícios gerados pelos problemas da má qualidade do processo produtivo. Produtos defeituosos implicam em desperdícios de materiais, mão de obra, uso de equipamentos, além da movimentação e armazenagem de materiais defeituosos.

No tempo de espera e perdas de tempo, pode ser visualizado quando os funcionários aguardam pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior, linhas de produção parada esperando por peças, máquinas paradas esperando troca de matéria prima ou esperando por reparos. O operário permanece ocioso, assistindo uma máquina em operação, ou quando o processo precedente não entrega seu produto na quantidade, qualidade e tempo certo; nenhuma atividade ou operação sendo executada; no sistema de produção enxuta tudo o que agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo (OHNO, 1997).

As perdas não associadas à mão-de-obra devem-se a paragens programadas e não-programadas da linha. As perdas relacionadas com a equipa de trabalho podem ser perdas de disponibilidade de linha, devido a avaria de máquina, por exemplo; perdas de rendimento por redução de velocidade da máquina ou pequenas paragens; perdas de qualidade por produção de produtos não conformes. De acordo com Pintelon e Muchiri (2010) apud Albertin et al., (2012), deve-se focar nos gargalos do processo, nas áreas críticas e nas áreas altamente dispendiosas. Estas áreas representam as maiores perdas e, quando gerenciadas corretamente, trazem os ganhos mais expressivos para a empresa.

#### 4.2.4 Aplicação e resultados após melhorias.

Após todas as análises e efetivação de algumas melhorias, realizou-se novamente a aplicação da ferramenta OEE, para verificar as melhorias de disponibilidade, produtividade e qualidade do processo. Reduziu-se os tempos perdidos e optou-se por produzir apenas um sabor de bolo por dia, reduzindo 1/3 das paradas para trocas de bobinas, trocas de produtos, setup e ajustes. O tempo com perdas passou para 100 minutos (ao invés de 215 minutos). A disponibilidade real do equipamento passou a ser de 428 minutos, uma disponibilidade de 81%. Um aumento de 29% na disponibilidade do equipamento.

Conforme podemos observar, foi estipulado tempos para execução das atividades e o operador ficou limitado a exercer suas funções dentro do tempo permitido. Foi estipulada a produção de 600 fardos de bolo por dia e apenas de um único sabor, focando sua produção e otimizando o uso do equipamento. Se avaliarmos novamente a capacidade de produção, com o tempo disponível de 428 minutos e multiplicarmos por 24 unidades de bolo por minuto, veremos que nossa produtividade aumentou para 513 fardos. Logo a produtividade:  $513/600 = 85\%$ , evidenciando um aumento de 13,3% na produtividade.

Trabalhando apenas com um sabor de bolo diário, de cada 10.272 unidades de bolos que saem do equipamento, atendendo um único lote as primeiras 100 unidades são retiradas por estarem com solda falhada ou fora do peso, ou seja, há uma perda  $< 1\%$  de embalagens, porém ocorrem outras perdas durante o processo, em torno de 3% e as mesmas são reladas no relatório de eficiência do equipamento. Nesta segunda análise, após melhorias, verificou-se que a qualidade representando pelo total unidades boas/ total produzido =  $9964 / 10272$  é de 97%. Um aumento de 21,2 % na qualidade. Após todas as melhorias efetuadas, verificou-se que o novo OEE é:

$$\begin{aligned} \text{OEE \%} &= \text{Disponibilidade \%} * \text{Performance \%} * \text{Qualidade \%} \\ &= 81 + 85 + 97/3 = 87,6 \% \end{aligned}$$

Além da teoria, na prática tivemos uma melhoria muito satisfatória. O índice de eficiência global antes era 67,1%, atualmente esse índice é de 87,6 %. Um aumento de 30,5% na eficiência de todo o processo da fabricação de bolos.

A ideia é aplicar esta ferramenta do *lean manufacturing* nas demais linhas de produção e garantir também essa redução das perdas e aumento da produtividade em todos os setores da indústria.

Jeong e Phillips (2001) salientam que a abordagem de medição do OEE é muito importante em indústrias intensivas em capital, já que esse indicador não avalia somente a utilização, e demanda a identificação e análise das perdas escondidas. Ao preconizar a medição dessas perdas que podem ocorrer mesmo quando os equipamentos estão operando por exemplo, a falta de qualidade do produto final e a variação do tempo de ciclo do processo, o OEE promove a análise dos problemas e o tratamento da causa raiz de modo a tornar as ações de melhoria do processo mais efetivas e aumentar o aproveitamento da capacidade dos equipamentos.

Os três maiores desperdícios identificados foram: retrabalho, tempo de espera e perdas de tempo. Agora busca-se melhorar estes pontos em busca de melhoria contínua e redução de desperdícios para a empresa, afinal o sistema *lean* é baseado no conceito de encorajamento de mudanças e aperfeiçoamentos constantes, nas operações realizadas diariamente. A meta é atingir zero defeitos; tempo de preparação zero (setup); estoque zero; movimentação zero; quebra zero e lead time zero. Uma busca pela melhoria contínua.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do estudo foi avaliar a redução dos desperdícios e aumento da produtividade de uma linha de misturas para bolos através da análise de eficiência global do equipamento (OEE) do *Lean Manufacturing*. A análise da OEE permitiu envolver todas as áreas da empresa por meio de seus indicadores, auxiliando as lideranças e a administração, direcionando os esforços da equipe em busca do aumento da eficácia global do equipamento (OEE).

O fato de medir e mostrar os indicadores e estabelecer metas claras a todos os membros da organização que estão envolvidos no processo produtivo propicia um excelente

resultado a mesma, visto que, alinha os objetivos da diretoria e incentiva os colaboradores. Desta forma, inicia-se um processo contínuo pelo alcance do máximo desempenho nos processos e o aumento da eficiência operacional, as informações fluem facilmente pelos níveis hierárquicos da empresa, integrando os mesmos e fazendo com que o negócio evolua constantemente. A empresa ganha em competitividade e os funcionários em desenvolvimento e qualidade de trabalho

Constatou-se, no caso prático, várias possibilidades de melhorias de valor significativa para a empresa. No decorrer deste estudo, percebeu-se que as ações de melhorias produzem efeitos positivos, como mostra os resultados do OEE referente ao sistema produtivo. Antes das melhorias realizadas, o índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE) era de 67,1%. Após aplicação de ações para eliminação/redução de perdas e de etapas desnecessárias do processo, pode-se verificar um aumento de 29% na disponibilidade, 13,3% na produtividade e 21,2% na qualidade, onde o OEE aumentou para 87,6%.

O indicador OEE apresentou ser uma ferramenta muito útil para descobrir quais os pontos que impedem o sistema produtivo de alcançar um melhor desempenho e que, por isso, precisam ser visados como prioridades nas ações de melhorias. Contudo, recomenda-se novos estudos e análises em outros equipamentos da mesma empresa estudada.

São necessários maiores estudos, pois os apontamentos sofrem modificações no decorrer das ações de coleta, não sendo possível garantir 100% confiabilidade nos resultados, pois os responsáveis pelo preenchimento dos dados é o próprio funcionário que pode alterar dados para manipular sua melhor eficiência.

Sugere-se treinamento dos operários dos outros equipamentos no intuito de difundir a cultura da medição na organização, o que pode ser feito por meio de instruções através da área de supervisão. Ainda se recomenda o aumento dos períodos estudados e com isso a criação de um banco de dados dos índices obtidos.

## REFERÊNCIAS

ALBERTIN, M. R. et al. Aplicação da eficiência global de equipamentos com indicador de qualidade sem perdas. In: ENEGEP XXXII, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** ABEPRO, 2012.

ALYRIO, R. D. **Metodologia Científica**. PPGEN: UFRRJ, 2008.

BOHORIS, G. A. et al. **TPM implementation in Land-Rover with the assistance of a CMMS**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 1995.

CAMPOS, V. F.; **Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

COLAUTO, R. D.; BEUREN, I. M. Coleta, Análise e Interpretação dos Dados. In: BEUREN, Ilse Maria (org.). **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

FERNANDES, D. R. Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial. **Revista FAE**, Curitiba, v.7, n.1, 2004.

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

\_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

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

\_\_\_\_\_. **Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção e manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

JEONG, K. Y.; PHILLIPS, D. T. Operational efficiency and effectiveness measurement. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 21, n. 11, 2001.

JONSSON, P. & LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - The role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, No. 1, 1999.

KODA, C. A.; SALTORATO, P.; FERRARINI, C. OEE como ferramenta para identificação de perdas no processo de fabricação de cabos ópticos. In: ENEGEP, 32, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...Bento Gonçalves: ABEPRO**, 2012.

KRAJEWSKI, L. J. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MANFREDINI, M. F.; SUSKI, C. A. Aplicação do Lean Manufacturing para minimização de desperdícios gerados na produção. Artigo apresentado em Congresso, tema: 1º congresso de inovação, tecnologia e sustentabilidade. **Anais...Foz do Iguaçu**, 2010.

MARCONI, M De A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MORÓZ, G. **Avaliação da aplicação da manufatura enxuta para a indústria moveleira**, 2009.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM – Total Productive Maintenance**. Cambridge, MA: Productivity Press, 1989.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção – Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997

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

PINTO, João P. Novas oportunidades. **Exame**, setembro 2006.

REZENDE FILHO, R. M.; ALMEIDA, M. A.; BEZERRA, S. L. A. Melhoria contínua em um processo de manufatura: utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE). CONVIBRA, 2014. **Anais...** 2014. Disponível <[http://convibra.org/upload/paper/2014/36/2014\\_36\\_9257.pdf](http://convibra.org/upload/paper/2014/36/2014_36_9257.pdf)>. Acesso em 24 de abril de 2017.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações**. 2º e. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004.

RON, A. J.; ROODA, J. E. **Equipment effectiveness: OEE revisited**. IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, v. 18, n. 1, p. 190-196, 2005.

SANTOS, A.C.; SANTOS, M.J. Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura – Um Estudo de Caso. **Anais...** XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR: ENEGEP, 2007.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINOHARA, I. ; **New Production System: JIT Crossing Industry Boundaries**. Productivity Press, 1988.

TOLEDO L., **Proposta de roteiro de implementação dos conceitos de manufatura enxuta baseado num modelo corporativo**, Tese de M. Sc, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, Brasil, 2002.

TSAROUHAS, P. **Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 13, n. 1, p. 5-18, 2007.

VERDIN, S. A.; XAVIER, A. D.; PEDRO, M. C.; AZEVEDO, K; DARICO, R.G; **Ferramenta OEE (Eficiência Global dos Equipamentos) e sua aplicação**, 2005. Disponível em <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1873](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1873)> Acesso em 09 de maio de 2017.

VERGANA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1998

WEE, H. M.; WU, S. Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company. *Supply Chain Management: An **International Journal***, v. 14, n. 5, p. 335-341, 2009.