

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE GESTÃO E ECONOMIA  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

JHOINY CANDIDO

**GESTÃO DA PRODUÇÃO ORIENTADO PELO DESEMPENHO: UM  
ESTUDO DE CASO NUMA FÁBRICA DE COMPONENTES  
ELETROELETRONICOS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

JHOINY CANDIDO

**GESTÃO DA PRODUÇÃO ORIENTADO PELO DESEMPENHO: UM  
ESTUDO DE CASO NUMA FÁBRICA DE COMPONENTES  
ELETROELETRONICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de  
Especialização apresentado como requisito  
parcial para a obtenção do título de Especialista  
em Engenharia da Produção.

Orientador: Prof. M.Sc. João Carlos Roso

CURITIBA

2017

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **GESTÃO DA PRODUÇÃO ORIENTADO PELO DESEMPENHO: UM ESTUDO DE CASO NUMA FÁBRICA DE COMPONENTES ELETROELETRÔNICOS**

Esta monografia foi apresentada no dia 4 de março de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. M.Sc. João Carlos Roso  
Orientador

---

Prof. M.Sc. Wanderson Stael Paris  
Banca

---

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa  
Banca

Visto da coordenação:

---

Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Grupo WEG, pela oportunidade de participar do programa de pós-graduação.

Ao Gerente do Departamento de Capacitores, Tomadas & Interruptores, Eduardo Lessa Azevedo pela oportunidade.

A colega e coordenadora do curso na WEG Jussara, pelo empenho desprendido durante este tempo.

A Universidade UTFPR, representada aqui pelo coordenador Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa e também a todos os professores.

Ao o Prof. Msc. João Carlos Roso pela orientação do trabalho.

Ao colega Fabiano Fonini Bettiol, pelo apoio na realização deste trabalho.

A todos os colegas do curso que contribuiriam de alguma forma para o aprendizado e trocas de informações.

A minha esposa Jakeliny e as minhas filhas Sarah e Geovanna pela compreensão e apoio durante este período.

*“Custos não existem para serem calculados.  
Custos existem para serem reduzidos”.*  
*Taiichi Ohno.*

## RESUMO

CANDIDO, Jhoiny. Gestão da produção orientado pelo desempenho: Um estudo de caso numa fábrica de componentes eletroeletrônicos. 2017. 26 f. Monografia. Especialização em Engenharia da Produção – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

O ambiente competitivo presente na maioria dos mercados e as constantes mudanças tecnológicas pressionam as empresas a desenvolverem e utilizarem ferramentas e métodos de gestão voltados à utilização plena dos recursos instalados, sejam equipamentos ou pessoas, para atenuação dos custos de fabricação. Nesse sentido a gestão da produção orientada pela análise da eficiência dos sistemas produtivos vem se tornando um tema relevante e mandatário na manutenção da lucratividade no contexto das empresas industriais. Uma ferramenta em destaque pela sua simplicidade é o índice de rendimento operacional global (IROG) que, normalmente é aplicado à mensuração do grau de utilização de maquinários, também vem assumindo um papel importante como um indicador capaz de demonstrar a real utilização dos recursos humanos. O IROG proporciona uma visão clara do desempenho frente ao que espere-se de um recurso instalado e oferece dados para uma análise crítica para maximização da quantidade produzida por trabalhador frente à disponibilidade total do recurso. Este artigo propõe uma análise sobre a gestão dos recursos em ambientes puramente operacionais buscando estabelecer correlações entre as formas de gestão e mensuração de desempenho frente aos objetivos estabelecidos. Este trabalho é classificado de natureza aplicada, pois tem como objetivo discutir a interação entre os índices operacionais de uma empresa de componentes eletroeletrônicos instalada no norte catarinense. Trata-se de uma pesquisa explicativa - descritiva visando expor os fatores analisados e apontar as condições de controle existentes no método que são compatíveis com as práticas da empresa. O estudo de caso foi embasado no levantamento bibliográfico de Medição de Desempenho, Produtividade, Gestão do Posto de Trabalho e Teoria das Restrições. Os principais resultados obtidos foram o maior envolvimento do time operacional na análise e tomada de decisão, um melhor nível de produtividade e a otimização da parcela da mão de obra direta em função do correto dimensionamento do recurso necessário.

**Palavras-chave:** Produtividade. Desempenho. Eficiência. Posto de Trabalho.

## ABSTRACT

CANDIDO, Jhoiny. Performane –oriented management of production : A case study in factory of electro–eletronic components. 2017. 26 f. Monografia. Especialização em Engenharia da Produção – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

The competitive environment present in most markets and the constant technological changes pressure companies to develop and use management tools and methods aimed at the full utilization of installed facilities, whether equipment or people, to reduce manufacturing costs. This way, the management of production oriented by the analysis of the efficiency of the production systems has become a relevant and mandatory topic in the maintenance of profitability in the context of industrial companies. One tool that stands out for its simplicity is the Global Operating Income Index (IROG), which is usually applied to the measurement of the degree in the machinery utilization, and also played an important role as an indicator capable of demonstrating the real use of human resources. IROG provides a clear view of performance against what is expected from an installed resource and provides data for a critical analysis to maximize the amount produced per worker versus the total availability of the resource. This article proposes an analysis about the management of resources in purely operational environments seeking to establish correlations between the forms of management and measurement of performance against the established objectives. This work is classified as an applied nature, as it aims to discuss the interaction between the operational indexes in a company of electro-electronic components installed in the north of Santa Catarina. It is an explanatory - descriptive research aiming to expose the analyzed factors and to point out the control conditions existing in the method that are compatible with the practices of the company. The case studied was based on the bibliographic survey of Performance Measurement, Productivity, Workplace Management and Restriction Theory. The main results obtained were the greater involvement of the operational team in the analysis and decision making, a better level of productivity and the optimization of the portion of the direct labor force due to suitable sizing of the necessary resource.

**Keywords:** Productivity. Performance. Efficiency. Work Station.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
2.1 DEFINIÇÃO DE GARGALO E RECURSO COM CAPACIDADE RESTRITIVA.....	10
2.2 MEDIÇÃO DE DESEMPENHO .....	11
2.3 INDICADORES DE DESEMPENHO .....	12
2.4 PRODUTIVIDADE .....	13
2.5 ÍNDICE DE RENDIMENTO OPERACIONAL.....	15
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>17</b>
3.1 ÍNDICE DE RENDIMENTO DO EQUIPAMENTO .....	17
3.2 CÁLCULO DO IRE .....	19
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
4.1 GANHOS OBTIDOS APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO IRE .....	22
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A redução de custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bens de consumo que busquem sobreviver no mercado atual. Durante um período de crescimento econômico, qualquer fabricante pode conseguir custos mais baixos com uma produção maior. Mas, no atual período de baixo crescimento, é difícil conseguir qualquer forma de redução de custos (Ohno, 1997 e 2015).

Segundo pesquisa publicada por Tadeu em 2016 a produtividade do trabalhador no Brasil está em queda, principalmente, no setor industrial e a desaceleração na recuperação está sendo maior no Brasil do que no resto do mundo. A produtividade média brasileira entre 1950 e 1980 era igual a média mundial no mesmo período (3,30%), porém a partir de 1990 a média de desempenho brasileira caiu para 0,70% enquanto que a média mundial cresce em 1,70%.

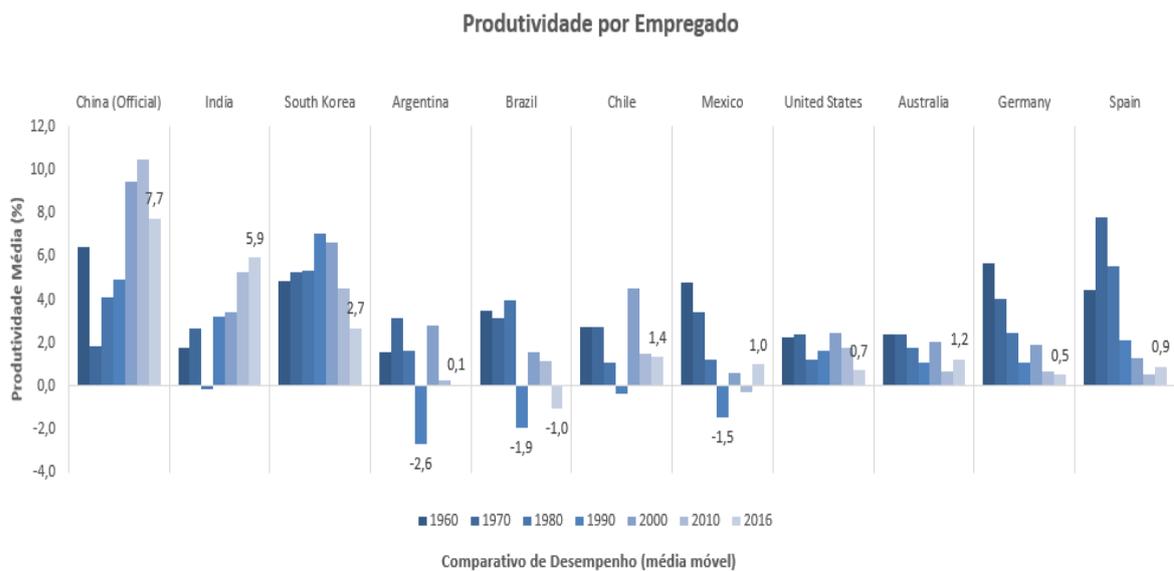


Gráfico 1: Evolução da produtividade mundial

Fonte: WORLD BANK DATA BASE (2016)

Apesar da produtividade brasileira ter demonstrado boa performance entre 1950 e 1980 ficando inclusive à frente da Índia e China como pode ser observado no gráfico 2, as políticas econômicas, falta de investimentos na tecnologia dos processos não acompanharam a evolução e competitividade mundial tendo como resultado uma desaceleração no crescimento das taxas de produtividade brasileira pós 1980.

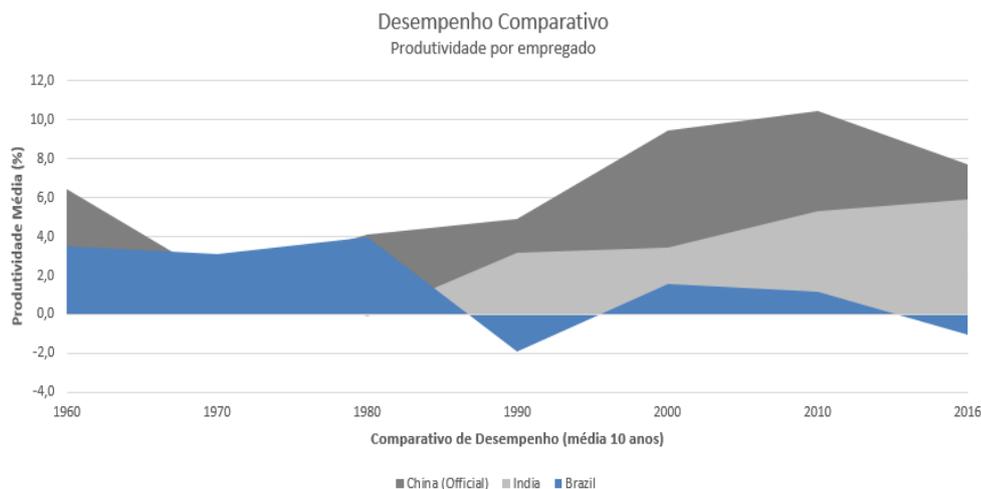


Gráfico 2: Desempenho comparativo Brasil, China e Índia

Fonte: World Bank Data base (2016)

Dentro deste contexto a gestão do desempenho dos processos e operações nas empresas é fundamental para a sustentabilidade e sobrevivência do negócio. De acordo com Oliveira (2006) a correta medição e avaliação do desempenho nos processos e no sistema produtivo constituem a única forma de garantir o atendimento dos objetivos estratégicos de uma empresa. Ohno (1997) contribui indicando que a verdadeira melhoria na eficiência surge quando produzimos zero desperdício e levamos a porcentagem de trabalho para 100%.

Devido ao aumento da demanda e constante preocupação da empresa em sempre estar buscando a melhoria continua mantendo sua competitividade, a empresa optou por medir a eficiência do seu processo de embalagem buscando uma maior produtividade naquela etapa do processo.

O objetivo específico do trabalho é propor ações de melhoria na etapa de embalagem buscando aumento na eficiência e produtividade do posto baseado na ferramenta IROG, demonstrando assim a importância da gestão e medição de desempenho nos postos de trabalho e que através do envolvimento direto dos colaboradores e suporte integral do gestor, resultar na utilização racional dos recursos e na maximização dos resultados para a empresa.

A empresa em estudo é uma indústria multinacional fabricante de produtos eletroeletrônicos situada no norte catarinense, entre seus mercados estão a geração de energia, fabricação de motores elétricos industriais e comerciais, geradores e transformadores.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Uma breve revisão dos conceitos utilizados no modelo proposto é apresentada nas seções seguintes.

### 2.1 DEFINIÇÕES DE GARGALO E RECURSO COM CAPACIDADE RESTRITIVA

O ponto de partida para uma análise de desempenho dos processos produtivos é o entendimento dos dois tipos de recurso que limitam o fluxo de materiais dentro do sistema de produção:

- Gargalos e
- Recursos com capacidade restritiva (CCR).

Segundo Antunes, (2008) os gargalos constituem-se de recursos cuja capacidade disponível é menor que a capacidade necessária para atender as ordens de venda, ou seja, são recursos cuja capacidade instalada é inferior a demanda do mercado no período de tempo, geralmente longo, considerado para análise. Dentro de um fluxo de produção podem existir diversos gargalos, neste caso, deve ser considerado como prioritário aquele que tem menor capacidade dentro do sistema, normalmente, aquele que possui estoques elevados aguardando processamento.

Ainda segundo Antunes (2008), os recursos com capacidades restritivas são aqueles recursos que, em média, tem capacidade superior à necessária, mas que em função das variabilidades que ocorrem nos sistemas produtivos ou devido a variações significativas de demanda ou da composição do mix podem apresentar restrições de capacidade.

Explorar a restrição do sistema significa aproveitar-se de algo e neste caso é aproveitar da capacidade existente na restrição, que frequentemente é desperdiçada por se produzir e vender produtos errados e também por falta de procedimentos adequados na programação e controle da restrição. Como cada minuto perdido no recurso crítico é perdido em todo o sistema é fundamental manter o fluxo durante todo o tempo (COX III E SPENCER,2002).

Para a teoria das restrições cada empresa tem pelo menos uma restrição que impede a gestão de atingir a meta global. Desta forma, a teoria das restrições desenvolve um conjunto de cinco procedimentos para identificar e otimizar tais restrições minimizando-as ou eliminando-as, a fim de melhorar o desempenho da organização como um todo, Antunes (2008) afirma:

- Identificar as restrições do sistema: elas podem ser internas ou externas à empresa. Quando a demanda total de um dado mix de produtos é maior do que a capacidade da fábrica se diz que existe um gargalo de produção. Todavia, quando a capacidade de produção é superior à demanda de produção, a restrição é externa ao sistema.
- Utilizar da melhor forma possível as restrições do sistema: se a restrição é interna à fábrica, a melhor decisão consiste em maximizar o ganho no gargalo.
- Subordinar todos os demais recursos a decisão adotada para a restrição: a lógica deste passo, independentemente de a restrição ser externa ou interna, consiste em reduzir ao máximo os inventários e as despesas operacionais e ao mesmo tempo garantir o ganho teórico máximo do sistema de produção.
- Elevar a capacidade da restrição: se o gargalo for interno é necessário aumentar sua capacidade produtiva. Isso pode ser feito através de mudanças de leiaute, compra de equipamentos, uso de horas extras, redução da variabilidade e do setup, aplicação das técnicas da manufatura enxuta, etc.
- Reavaliar o sistema: ao elevar a capacidade produtiva da restrição o sistema torna-se, em princípio, um sistema genérico, o que gera a necessidade de analisá-lo novamente.

Segundo Cox III e Spencer (2002), o gerenciamento de restrições não é uma ciência exata ou uma receita, a ideia é utilizar o gerenciamento das restrições como um processo de melhoria contínua.

## 2.2 MEDIÇÃO DE DESEMPENHO

Segundo (OLIVEIRA, 2006) a medição de desempenho é aferir algo que já aconteceu. Em uma organização, a medição de desempenho é parte constituinte de diversas atividades e provê informações sobre o desempenho para diversas finalidades. Sua operacionalização ocorre através de medidas de desempenho as quais buscam quantificar o desempenho do objeto em estudo.

Para Hronec (1994) o sistema de medição de desempenho deve ser capaz de integrar as diversas áreas da organização, clientes, empregados, acionistas, vendedores, entre outros. Este sistema deve apresentar um conjunto de medidas que permita uma análise mais ampla das informações, dando o suporte adequado ao gerenciamento do negócio.

Pessoa e Martins (2003) completam dizendo que a existência de um sistema de medição de desempenho bem projetado ajuda a identificar áreas que precisam ser melhoradas, logo, induzem ações de melhoria contínua.

Martins (1999) procura demonstrar que, partindo do pressuposto de que um sistema de medição de desempenho precisa estar integrado ao sistema de gestão da empresa e voltado para a melhoria contínua, um sistema organizacional deverá ser medido através da eficácia, eficiência, qualidade, produtividade, qualidade de vida do trabalho, inovação e lucratividade.

Após fixar os objetivos do sistema de medição de desempenho (por que medir?) e as dimensões que devem ter seu desempenho medido (o que medir?), é preciso definir um conjunto de indicadores que irão operacionalizar a medição de desempenho, ou seja, as medidas que serão usadas (como medir?) (MÜLLER, 2003).

A medição de desempenho deve ser suportada pelos diversos níveis da organização e, em alguns casos, com análises de responsabilidades compartilhadas interdepartamentais, ou seja, deve permear toda a empresa, partindo das definições estratégicas e procurando garantir que o desempenho operacional esteja de acordo com as metas traçadas.

### 2.3 INDICADORES DE DESEMPENHO

A utilização de indicadores de desempenho implementados na organização permite que os mesmos sejam controlados e que permitam ações para melhorias na organização. O monitoramento constante da eficiência produtiva resulta em planos de ação para solucionar os principais motivos de suas ineficiências dentro do processo (ANTUNES *et al*, 2008).

Segundo Slack *et al*, (2009) a medida de desempenho é um processo de quantificar ações, no qual medida significa o processo de quantificação, e o desempenho da produção é presumido como ações tomadas por sua administração. Ainda segundo Slack *et al*, (2009) o desempenho da produção é definido em cinco objetivos: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custos, estes são compostos medidas menores. Abaixo segue uma tabela 1 com medidas parciais para julgar o desempenho produtivo:

OBJETIVO DE DESEMPENHO	ALGUMAS MEDIDAS TÍPICAS
QUALIDADE	NÚMEROS DE DEFEITO POR UNIDADE
	NÍVEL DE RECLAMAÇÃO POR CONSUMIDOR
	NÍVEL DE REFUGO
	ALEGAÇÕES DE GARANTIA
	TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS
	ESCORE DE SATISFAÇÃO DO CONSUMIDOR
VELOCIDADE	TEMPO DE COTAÇÃO DO CONSUMIDOR
	LEAD TIME DO PEDIDO
	FREQUÊNCIA DE ENTREGAS
	TEMPO DE ATRAVESSAMENTO REAL x TEÓRICO
	TEMPO DE CICLO
CONFIABILIDADE	PORCENTAGEM DE PEDIDOS ENTREGUES COM ATRASO
	ATRASO MÉDIO DE PEDIDOS
	PROPORÇÃO DE PEDIDOS EM ESTOQUE
	ADERÊNCIA A PROGRAMAÇÃO
FLEXIBILIDADE	TEMPO NECESSÁRIO PARA DESENVOLVER PRODUTOS/SERVIÇOS
	FAIXA DE PRODUTOS E SERVIÇOS
	TEMPO DE MUDANÇA DE MÁQUINA
	TAMANHO MÉDIO DO LOTE
	TEMPO PARA AUMENTAR A TAXA DE ATIVIDADE
	CAPACIDADE MÉDIA/MÁXIMA
	TEMPO PARA MUDAR PROGRAMAÇÃO
CUSTO	TEMPO MÍNIMO DE ENTREGA/TEMPO MÉDIO
	VARIAÇÃO CONTRA ORÇAMENTO
	UTILIZAÇÃO DE RECURSOS
	PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA
	VAOR AGREGADO
	EFICIÊNCIA
CUSTO POR HORA DE OPERAÇÃO	

Tabela 1: Algumas medidas parciais de desempenho típicas  
 Fonte: SLACK *et al.*, (2009 p.592).

Segundo Pessoa e Martins (2003) a existência de um sistema de medição de desempenho bem projetado ajuda na identificação de áreas ser melhoradas, gerando planos de ação para busca da melhoria contínua.

A medição de desempenho deve ser suportada pelos diversos níveis da organização e, em alguns casos, com análises de responsabilidades compartilhadas interdepartamentais, ou seja, deve permear toda a empresa, partindo das definições estratégicas e procurando garantir que o desempenho da organização esteja de acordo com as metas traçadas.

## 2.4 PRODUTIVIDADE

Para Macedo (2002) a gestão da produtividade incorpora basicamente três procedimentos: a medição da produtividade; a identificação e a análise dos fatores determinantes dos gargalos de produtividade; a definição e aplicação de propostas de superação destes gargalos.

Segundo Martins (1999), pelo modelo de produtividade industrial, a eficiência provém em grande parte da redução do custo do fator dominante, que no início do século era a mão-de-obra direta. O custo era avaliado, neste caso, por meio do tempo cronometrado da execução das

tarefas, que permitia assim calcular quanto esse recurso poderia produzir. Seguindo essa lógica, todos os produtos fabricados e todas as tarefas necessárias são transformados em tempos padronizados. A partir da apuração da quantidade de produtos fabricados e do tempo disponível empregado para realização das tarefas é possível calcular a produtividade. Esta lógica para determinação do nível de produtividade é aplicável para os modelos de produção exclusivamente dependentes de mão de obra operacional.

Para Davis *et.al* (2001) a eficiência com a qual as entradas são transformadas em produtos finais é uma medida da produtividade do processo. Em outras palavras, a produtividade mede quão bem convertemos as entradas em saídas. Genericamente, produtividade é definida como:

$$\text{Produtividade} = \text{Saída (Output)} / \text{Entradas (Input)}$$

Onde,

- Entradas corresponde ao tempo disponível para realização da atividade e
- Saída equivale aos resultados obtidos na utilização desse recurso.

Para Oliveira (2004) os indicadores de produtividade são ligados à eficiência, ou seja, estão dentro dos processos e tratam da utilização dos recursos para a geração de produtos ou serviços. Medir o que se passa no interior dos processos e atividades permite identificar problemas e, conseqüentemente, preveni-los para que não tragam prejuízos, tanto para a organização como para clientes ou usuários.

Os indicadores de produtividade são muito importantes, uma vez que permitem uma avaliação precisa do esforço empregado para gerar produtos ou serviços. Devem andar lado a lado com os indicadores de qualidade, formando assim o equilíbrio necessário ao desempenho global da organização (OLIVEIRA, 2004).

Martins (1999) complementa colocando três propostas que são feitas para a estruturação do modelo de produtividade para organização: abandono do conceito de operação (tarefa) em prol do conceito de evento, construção da cooperação por meio da comunicação ativa ao invés da comunicação retorcida e formal e participação e interpretação da formulação estratégica no lugar da tomada de decisão por meio do recorte hierárquico-funcional.

Para Pereira apud King (2007) as empresas devem medir sua produtividade pelas seguintes razões:

- Os indicadores de produtividade apoiam-se no desenvolvimento do planejamento estratégico da empresa, não somente porque exercem o papel de um instrumento de medida para mostrar se os objetivos estratégicos estão sendo atingidos ou não, mas

porque mostram, de uma maneira mais segura, onde ela deve concentrar esforços para se tornar mais produtiva;

- Com um correto sistema de indicadores, os funcionários tornam-se mais conscientes sobre o que é produtividade. Ao invés de um conceito abstrato, a produtividade ganha uma dimensão mais concreta;
- Utilizando-se os indicadores de produtividade como uma ferramenta de diagnóstico, será possível identificar áreas problemáticas que requerem atenção imediata e então implementar melhorias;
- Em programas de incentivo ou de distribuição dos resultados é mais eficiente interligar melhorias ou crescimento da produtividade com aumento de salários;
- Um sistema de indicadores de produtividade devidamente integrado com a distribuição dos resultados financeiros irá contribuir na melhoria do padrão de vida das pessoas.

## 2.5 ÍNDICE DE RENDIMENTO OPERACIONAL GLOBAL (IROG)

A ideia de eficiência dos equipamentos surgiu no desenvolvimento do TPM - *Total Productive Maintenance*, e a terminologia IROG - Índice de Rendimento Operacional Global foi desenvolvida por Nakajima, 1988 levando em consideração as dimensões de qualidade, disponibilidade e performance do processo foco (ANTUNES *et al*, 2013). A equação 1 apresenta de forma genérica o cálculo do índice de rendimento operacional global:

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

Índice de disponibilidade corresponde ao tempo disponível para produção já desconsiderando as paradas programadas para manutenções preventivas ou paradas técnicas e é que representado pela equação (2) abaixo:

$$\mu_1 = \frac{\text{Tempo Disponível} - \sum \text{Tempo paradas}}{\text{Tempo Disponível}} \quad (2)$$

Índice de performance é calculado através do tempo total de produção associado ao tempo de ciclo para cada componente fabricado. Segundo (Antunes, 2088) é do tempo em que o equipamento realmente esteve em regime de produção é calculado a partir da equação (3):

$$\mu_2 = \frac{\text{Tempode Produção Total}}{\text{TempoReal de Operação}} \quad (3)$$

Por fim, índice qualidade que nos mostra a quantidade de peças boas que foram produzidas do total produzido pelo equipamento, é representada pela equação (4) a seguir:

$$\mu_3 = \frac{\text{Totalde Peças Produzidas} - \text{Refugos}}{\text{Totalde Peças Produzidas}} \quad (4)$$

O aumento do OEE na organização pode trazer redução nos custos de produção, quando este aumento se traduzir em redução de um turno de produção. Também permite a empresa enfrentar aumento de demanda, sem que seja necessária a compra de novos equipamentos (ANTUNES *et al*, 2013).

### 3 PROCECIMENTOS METODOLÓGICOS

O objeto em estudo, uma área produtiva composta por diversos recursos de montagem com postos de trabalhos automáticos, semiautomáticos e manuais. O posto selecionado para aplicação do estudo de caso foi definido com base na teoria das restrições identificado com um gargalo e além de representar uma atividade puramente manual, com alta taxa de ocupação e com uso constante de horas adicionais para atendimento das demandas do mercado.

Lakatos e Marconi (2001) afirmam que o processo de delimitação é a etapa que o pesquisador define os limites de atuação e métodos para realização da pesquisa. Nesse caso o estudo centrou a atenção no processo de relação entre as metas e objetivos em relação a produtividade. O método utilizado na pesquisa é o estudo de caso de caráter exploratório com a utilização de técnicas qualitativas.

Segundo Yin (2005) o estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um fenômeno atual dentro de um contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidencia. No estudo não foram avaliadas amostras ou população, somente o objeto em estudo, uma área produtiva composta por cinco linhas. A linha selecionada para a realização do estudo de caso foi escolhida com base na teoria das restrições, neste caso identificado como um posto que sua capacidade é inferior a capacidade para atender o mercado ou seja um gargalo.

A coleta de dados se deu através da modificação de uma planilha já existente no posto em estudo, pois a mesma só contemplava dados referentes a números de peças produzidas. Foram adicionados na planilha outros dados que são importantes como: número de setup, refugo, paradas para manutenção/ajustes etc.

#### 3.1 ÍNDICE DE RENDIMENTO DO EQUIPAMENTO (IRE)

O índice de rendimento operacional global (IROG) é uma ferramenta que proporciona aos gestores uma visão clara do desempenho de um determinado recurso e oferece dados suficientes para análise e elaboração de planos de trabalho para maximização dos níveis de produtividade (quantidade produzida por trabalhador) planejada frente aos objetivos estratégicos da empresa.

Na utilização do IROG da empresa em estudo a análise do desempenho da ferramenta estava nas equipes de engenharia de processo deixando os colaboradores da fábrica à margem do processo e os resultados em termos de evolução do desempenho era baixo. Para contornar a

situação e colocar a fabricação como centro das decisões foi proposto e implementado um modelo de indicador chamado Índice de Rendimento do Equipamento (IRE) que atua como fonte de informação para gestão do posto de trabalho, onde as equipes de apoio são envolvidas e notificadas contra demanda.



Figura 1 – Relações de interação do IRE  
Fonte: Autoria própria.

Segundo Kaplan e Norton (1997) os funcionários devem agregar valor pelo que sabem e pelas informações que podem fornecer. Investir, gerenciar e explorar o conhecimento de cada funcionário passou a ser fator crítico de sucesso para as empresas da era da informação.

O índice de rendimento do equipamento fornece informação para:

a. Ociosidade e Pequenas Paradas: As breves paradas devido aos problemas “insignificantes”. Causas: peças travadas na máquina, remoção de cavacos, mal funcionamento dos sensores, necessidades pessoais do operador ou erros de programa.

b. Velocidade Reduzida: A perda quando a máquina opera abaixo da velocidade padrão para a qual foi projetada. Causas: desgaste da máquina ou componentes básicos, intervenção humana, desgaste de ferramenta ou excesso de carga na máquina.

c. Set-up e Ajustes: O tempo perdido no set-up na troca de um produto para o próximo ou a alteração dos ajustes durante uma operação. Causas: retirada, procura instalação e ajuste do novo ferramental.

E é aplicável para linhas de produção ou equipamentos com baixas taxas de refugos ou retrabalhos e com manutenção preventiva já implementada ou com baixo índice de intervenções. Outra característica deste indicador é a análise comparativa e direta do desempenho para cada um dos turnos de produção instalados, maximizando a concorrência interna, trabalho em equipe e motivando a busca por melhores resultados.

### 3.2 CÁLCULO E REGISTRO DE DESEMPENHO DO IRE

O índice de rendimento do equipamento é demonstrado na figura 2:

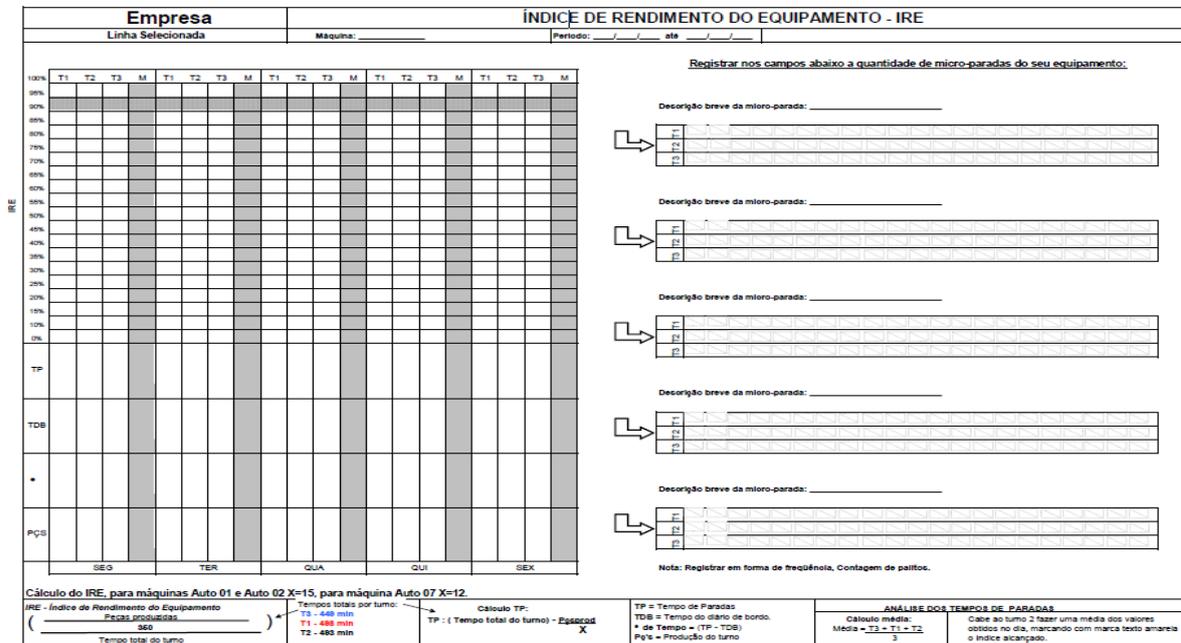


Figura 2 – Modelo de IRE para monitoramento de Rendimento

Fonte: Autoria própria.

Por ser uma ferramenta para uso nos postos de trabalho da produção desenvolvemos uma formulação simples para obtenção do desempenho de utilização do equipamento, veja equação 5:

$$\% IRE = [(Qtde Produzida \div Taxa de Produção) \div Tempo Total Turno] \quad (5)$$

Onde, Qtde. Produzida = quantidade de peças produzidas pelo equipamento durante o período de avaliação;

Taxa de Produção = é dada em peças produzidas em cada minuto, não é uma variável, é uma constante e é baseada no valor no qual a máquina foi desenvolvida ou especificada no momento da compra;

Tempo Total Turno = é considerado o tempo total do turno de trabalho, não são descontadas quaisquer paradas mesmo que planejadas ou refeições. Entende-se que a máquina é um recurso com capacidade limitada e, portanto, deve ter sua utilização maximizada até o limite de sua capacidade técnica.

O tempo total do turno é determinado pela administração da fábrica e representa a capacidade instalada durante as 24 horas / 1.440 minutos do dia, segue:

Descrição	Tempo Instalado	Unidade
Turno 1	558	Minutos
Turno 2	558	Minutos
Turno 3	324	Minutos

Quadro 1: Tempo disponível para realização da produção  
Fonte: Autoria própria.

De acordo com a equação (1) observa-se que a avaliação de desempenho do equipamento pode ser realizada de forma rápida, sem recursos informatizados. Esta condição foi um dos requisitos na elaboração desta ferramenta, permitir que o nível de chão de fábrica durante e ao final de cada turno de produção pudesse verificar não só a quantidade de peças produzidas, mas qual foi à eficiência equivalente ao tempo disponível.

Duas outras formulações fazem parte da composição do indicador. O tempo total de parada do equipamento é mensurado através da equação 2. O TP informa para o colaborador quanto tempo em minutos o equipamento permaneceu parado ou com redução de desempenho por conta de velocidade reduzida.

$$TP = \text{Tempo do Turno} - \frac{\text{Qtde Produzida}}{\text{Taxa de Produção}} \quad (2)$$

Os registros realizados em diário de bordo, se aplicável, são verificados através da comparação direta entre as anotações em minutos com o TP e registrados no formulário da ferramenta para análise crítica dos colaboradores e gestores. Este índice determina qual o tempo total que o equipamento permaneceu parado ou operando em velocidade diferente da considerada ideal. Esta informação é relevante no sentido de permitir o acompanhamento dos registros de manutenções corretivas no diário de bordo.

As micro paradas do equipamento são tratadas de forma individual durante o período de produção todas as paradas menores que 30 segundos são registradas num controle de frequência, gerando ao final do período de análise uma informação das principais ocorrências.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 GANHOS OBTIDOS APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO IRE

A implantação da ferramenta no posto de embalagem foi realizada em quatro fases conforme abaixo:

- FASE 1: Treinamento e apresentação da ferramenta para equipe envolvida.
- FASE 2: Implementação do IRE, coleta de dados e análise do desempenho.
- FASE 3: Elaboração do plano de ação.
- FASE 4: Correção, Controle e Racionalização.

No treinamento dos colaboradores envolvidos no processo foi demonstrado a importância do monitoramento dos recursos dentro da organização e também foi demonstrado como a correta coleta de dados pode influenciar na elaboração de um plano de ação robusto com ações efetivas para o aumento da eficiência do posto. Nesta fase foram também definidas a frequência das reuniões de análise crítica, quadro com os gráficos de eficiência e revisão dos planos de ação.

PARADAS NÃO PROGRAMADAS (min)						
Motivos paradas	22/08 a 26/08	29/08 a 02/09	05/09 a 09/09	12/09 a 16/09	19/09 a 23/09	Total
Falta de peças na sequencia	350	400	301	360	280	1691
Manutenção mecânica	100	50	55	90	80	375
Manutenção Elétrica	0	0	0	100	0	100
Setup	450	500	400	350	400	2100
Troca de bobina	20	15	20	15	25	95
Regulagem mordente	0	10	10	30	0	50
Regulagem máquina	60	50	40	20	30	200
<b>Total de paradas não programadas</b>	<b>980</b>	<b>1025</b>	<b>826</b>	<b>965</b>	<b>815</b>	<b>4611</b>

TEMPO DISPONÍVEL						
Descrição	22/08 a 26/08	29/08 a 02/09	05/09 a 09/09	12/09 a 16/09	19/09 a 23/09	Total
Tempo total instalado	2790	2790	2790	2790	2790	13950

Produção -unidades						
Produção total	65500	63250	73200	66250	73750	341950
Refugos	20	10	30	10	20	90
Retrabalhos	300	350	400	320	310	1680
% Não Qualidade	0,49%	0,57%	0,59%	0,50%	0,45%	0,52%

Índices de eficiência						
Índice de Rendimento do Equipamento	46,95%	45,34%	52,47%	47,49%	52,87%	49,03%

Planilha 1-Desempenho IRE Antes implementação

Fonte: Autoria própria.

A implementação da ferramenta no posto de trabalho seguiu na sequência, coletando resultados durante cinco semanas consecutivas. Durante o período de coleta de dados destacou-se como principais causas de interrupção da linha de produção a falta de peças na sequência e a realização dos ajustes e troca de ferramentas (SETUP). Durante o período analisado observou-se um IRE de 49,03% e um grande potencial de melhora no desempenho do posto. A planilha 1 contém as principais ocorrências.

A partir da terceira fase o grupo de trabalho iniciou a análise das principais paradas registradas nos diários de bordo e formulário do IRE gerando um plano de ação cujo objetivo foi o aumento da eficiência do recurso – vide tabela 2. Considerando que o IRE é uma ferramenta de análise para times de produção as ações elencadas para maximização do resultado foram no âmbito da gestão da produção, ou seja, evitamos o envolvimento de áreas de suporte num primeiro momento.

<b>What(O que)</b>	<b>Why(Por que)</b>	<b>Who(Quem)</b>	<b>When(Quando)</b>	<b>Where(Onde)</b>	<b>How(Como)</b>
Falta de peças na sequência para embalar	Falta de peças vindas do almoxarifado	Distribuidor de material/ Chefe de produção	Imediato	Máquina de embalagem	Definindo fluxo de entrada de materiais e horários de abastecimentos
Número elevado de setup	Falta de sequenciamento das ordens de produção de acordo com as famílias de produtos	Distribuidor de material/ Chefe de produção	Imediato	Máquina de embalagem	Definido sequenciamento de acordo com as famílias de produtos
Parada durante almoço	Não era realizado rodizio neste horário	Chefe de produção	Imediato	Máquina de embalagem	Utilizado recurso de postos não gargalos

Tabela 2- Plano de ação  
Fonte: Autoria própria.

Com a implementação das ações observamos o %IRE aumentar abruptamente de 49,03% a média de 65,66%, ou seja, o tempo disponível do equipamento foi utilizado de forma racional e como esperado a média de produção semanal aumentou de 68.390 unidades para 91.600 unidades um aumento de 34% no número de peças produzidas.

PARADAS NÃO PROGRAMADAS (min)						
Motivos paradas	26/09 a 30/09	03/10 a 07/10	10/10 a 14/10	17/10 a 21/10	24/10 a 28/10	Total
Falta de peças na sequencia	0	0	0	0	0	0
Manutenção mecânica	100	50	55	90	80	375
Manutenção Elétrica	0	0	0	50	0	50
Setup	350	300	290	300	310	1550
Troca de bobina	15	10	15	15	10	65
Regulagem mordente	0	10	10	30	0	50
Regulagem máquina	60	50	40	20	30	200
<b>Total de paradas não programadas</b>	<b>525</b>	<b>420</b>	<b>410</b>	<b>505</b>	<b>430</b>	<b>2290</b>

TEMPO DISPONÍVEL						
Descrição	26/09 a 30/09	03/10 a 07/10	10/10 a 14/10	17/10 a 21/10	24/10 a 28/10	Total
Tempo total instalado	2790	2790	2790	2790	2790	13950

Produção -unidades						
	26/09 a 30/09	03/10 a 07/10	10/10 a 14/10	17/10 a 21/10	24/10 a 28/10	Total
Produção total	88250	93500	94000	89250	93000	458000
Refugos	20	10	30	10	20	90
Retrabalhos	300	350	400	320	310	1680
% Não Qualidade	0,36%	0,39%	0,46%	0,37%	0,35%	0,39%

Índices de eficiência						
Índice de Rendimento do Equipamento	26/09 a 30/09	03/10 a 07/10	10/10 a 14/10	17/10 a 21/10	24/10 a 28/10	Total
	63,26%	67,03%	67,38%	63,98%	66,67%	65,66%

Planilha 2- Desempenho IRE após implementação  
Fonte: Autoria própria.

Os ganhos em produtividade obtidos no posto ao longo das fases da mudança podem ser observados no gráfico 3 abaixo:

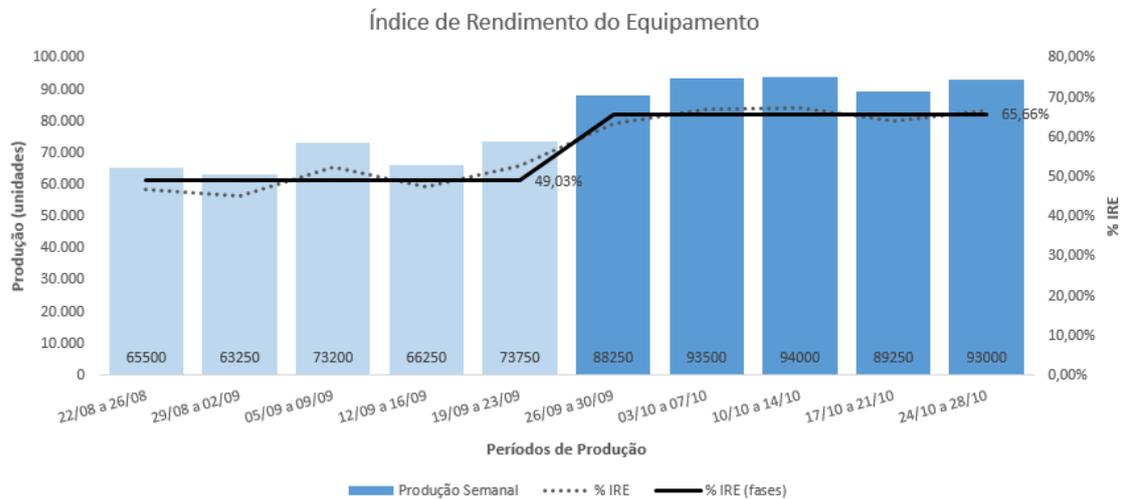


Gráfico 3- Desempenho máquina de embalagem.  
Fonte: Autoria própria.

Após a implementação do IRE na etapa de embalagem foi possível a redução de dois turnos de produção para um turno e meio. Sendo assim possível a empresa enfrentar aumento na demanda sem precisar comprar novas máquinas ou contratação de novos funcionários.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo da pesquisa foi demonstrar que estudo de caso baseados na ferramenta IROG podem contribuir na identificação e priorização de ações cujo foco seja aumento da produtividade e eficiência dos recursos instalados com pouco ou nenhum investimento.

A afirmação de Kaplan e Norton (1997) sobre as contribuições intelectuais dos funcionários, como devem agregar valor para a empresa através do que sabem e pelas informações que podem fornecer, foi verificada e validada durante a fase de elaboração dos planos de trabalho e foram fundamentais para o atingimento dos níveis de eficiência apresentados no trabalho.

O envolvimento dos colaboradores e a aceleração da descentralização da informação de temas técnicos normalmente tratados em níveis de engenharia ou qualidade para os postos de trabalho será o amplificador do desempenho das empresas nos próximos anos. Com os resultados apresentados na pesquisa conclui-se que o objetivo do trabalho foi alcançado.

O estudo recomenda que a medição da eficiência dos postos de trabalho seja mantida e amplificada para os demais centros de produção para atenuação dos custos de fabricação associados aos tempos de roteiro e alocação de mão de obra.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, J.; ALVAREZ, R.; PELLEGRIN, I.; KLIPPEL, M.; BORTOLOTTI, P.

**Sistemas de produção:** conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman. 2008.

ANTUNES, J.; KLIPPEL, A.; SEIDEL, A.; KLIPPEL, M. **Uma revolução na**

**produtividade:** a gestão lucrativa dos postos de trabalho. Porto Alegre: Bookman. 2013.

COX III, J. F; SPENCER, M.S. **Manual da teoria das restrições.** Porto Alegre: Bookman 2002.

DAVIS, M; CHASE, R e AQUILIANO, N. **Fundamentos da administração da produção.** Bookman. 2001.

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

KAPLAN, R e NORTON, D. **A estratégia em ação:** balanced scorecard. Rio de Janeiro: Elsevier 1997.

LAKATOS, M.; MARCONI, M. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2001.

MACEDO, M. Gestão da produtividade nas empresas. **Revista FAE Business**, Curitiba. 2002. Disponível em:

<[http://www.unifae.br/publicacoes/pdf/revista\\_fae\\_business/n3\\_setembro\\_2002/ambiente\\_economico3\\_gestao\\_da\\_produtividade\\_nas\\_empresas.pdf](http://www.unifae.br/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n3_setembro_2002/ambiente_economico3_gestao_da_produtividade_nas_empresas.pdf)> Acesso em: 23 ago. 2016

MARTINS, R. A. **Sistemas de medição de desempenho:** um modelo para estruturação do uso. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999. Disponível em:

<[http://www.dep.ufscar.br/admin/upload//ARTIGO\\_1150068086.PDF](http://www.dep.ufscar.br/admin/upload//ARTIGO_1150068086.PDF)> Acesso em 23 set. 2016.

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 (Pós Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2003. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3463/000401207.pdf>> Acesso em 20 ago. 2016.

OHNO, TAIICHI. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre, Bookam, 1997.

\_\_\_\_\_. **Gestão dos postos de trabalho.** Porto Alegre, Bookam, 2015.

OLIVEIRA, I. **Um estudo sobre a medição de desempenho organizacional nas concessionárias de veículos automotores localizadas na região metropolitana do Recife.** Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis). Recife. 2006. Disponível em: <[http://bdtd.bce.unb.br/tesdesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=334](http://bdtd.bce.unb.br/tesdesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=334)> Acesso em 29 set. 2016.

OLIVEIRA, R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas.** São Paulo: Atlas, 2004.

PEREIRA, I. **Análise de um sistema de medição do desempenho segundo modelo de produtividade sistêmica.** Monografia (Graduação em Engenharia da Produção), Universidade de Juiz de Fora. 2011. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/ep/files/2011/01/TCC-Izabela.pdf>> Acesso em: 24 set. 2016

PESSOA, G. e MARTINS, M. **Estudo de caso sobre a medição de desempenho da cadeia de suprimentos de uma montadora de autoveículos.** Simpósio de Engenharia de Produção. 2003. Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais.php>> Acesso em: 21 set. 2016.

SLACK,N; ROBERT, J; STUART, C. **Administração da produção.** São Paulo, Atlas, 2009

TADEU, H.F.B. **Caminhos para a produtividade ambiente econômico.** Pesquisa caminhos para a produtividade- Fundação Dom Cabral,2016. Disponível: em:<[https://www.fdc.org.br/professoresepesquisa/nucleos/Documents/inovacao/produtividade/caminhos\\_produtividade\\_ambiente\\_economico.pdf](https://www.fdc.org.br/professoresepesquisa/nucleos/Documents/inovacao/produtividade/caminhos_produtividade_ambiente_economico.pdf)> Acesso em 20 nov. 2016.

WORLD BANK. **Evolução da produtividade mundial.** Disponível em: <<https://www.conference-board.org/data/economydatabase/index.cfm?id=27762> >. Acesso em: 29 nov. 2016.

YIN, R. **Estudo de Caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2005.