

EFICIÊNCIA GERAL DE EQUIPAMENTO - OEE: O IMPACTO DO JIDOKA

Fabiana Duarte Mariano¹
Gysele Lima Ricci²
Washington Luis Moreira Braga³

RESUMO:

Atualmente, as empresas apresentam uma procura incessante em busca de melhores métodos e ferramentas que auxiliem nos processos produtivos, tendo como principal objetivo a melhoria contínua da produtividade com a mesma qualidade e menores custos possíveis. Neste contexto surge a produção enxuta que busca a maximização da eficácia operacional e a eliminação de desperdícios através de conceitos, como o Jidoka, onde o envolvimento dos colaboradores é determinante para o sucesso de projetos LEAN. Por esse motivo, a medição do sistema de manufatura vem se tornando cada vez mais essencial para a resolução de problemas. Sob este aspecto faz-se necessário que as empresas busquem melhorar a eficácia de seus equipamentos, identificando e eliminando as perdas e, conseqüentemente, reduzindo custos. Este estudo mostra a importância do conceito Jidoka, para os processos produtivos e no desempenho de seus equipamentos, buscando uma maior produtividade, redução dos custos e melhor qualidade para seus produtos.

PALAVRAS CHAVE: *Jidoka*; OEE; *Lean*; TPM; Produção enxuta.

ABSTRACT:

Currently, companies have a relentless pursuit in search of better methods and tools that assist in the production processes, with the main objective of continuous improvement in productivity with the same quality and lowest cost. In this context the lean production that seeks to maximize the operational efficiency and eliminating waste through concepts such as Jidoka, where employee involvement is crucial to the success of LEAN projects. Therefore, the measurement of the manufacturing system is becoming increasingly essential for troubleshooting. In this respect it is necessary that companies seek to improve the effectiveness of their equipment, identifying and eliminating waste and consequently reducing costs. This study shows the importance of Jidoka concept to production processes and performance of their equipment, seeking greater productivity, reduced costs and better quality for their products.

KEY WORDS: *Jidoka*; OEE; Lean production; TPM; lean manufacturing.

RESUMEN:

Atualmente, as empresas apresentam uma procura incessante em busca de melhores métodos e ferramentas que auxiliem nos processos produtivos, Actualmente, las empresas presentan una búsqueda continua de los mejores métodos y herramientas que ayudan en los procesos de

1 Engenheira de Produção e Qualidade – UNIFEG: Minas Gerais - Brasil. **E-mail:** fduarte.mariano@yahoo.com.br.

2 Mestre em Engenharia de Produção - USP: São Paulo – Brasil. Doutoranda na Universidade Autônoma de Madrid. **E-mail:** gyricci@yahoo.com.br.

3 Mestre em Engenharia de Produção - UFI: Minas Gerais - Brasil. Doutorando na Universidade Federal de Itajubá. **E-mail:** bragawl@ig.com.br.

producción, con el principal objetivo de la mejora continua de la productividad con la misma calidad y menor costo. De esa manera, la producción ajustada búsqueda aprovechar la eficiencia operativa y la eliminación de residuos a través de conceptos como Jidoka, donde la participación de los empleados es crucial para el éxito de los proyectos LEAN. Por lo tanto, la medición del sistema de fabricación es cada vez más esencial para la solución de problemas. Así, es necesario que las empresas busquen mejorar la eficacia de su equipo, la identificación y eliminación de residuos y, en consecuencia reducir los costos. Este estudio muestra la importancia del concepto de Jidoka a los procesos de producción y el rendimiento de su equipo, buscando una mayor productividad, reducción de costos y mejor calidad para sus productos.

PALABRAS CLAVE: Jidoka; OEE; Lean; TPM; producción ajustada.

INTRODUÇÃO

Conforme Satolo *et al.* (2006), através da adequação, a que se denomina de Sistema *Lean Production*, desenvolveu-se um modelo de gestão de produção que se tornou uma referência de eficácia e competitividade na indústria automobilística. *Lean* é uma filosofia que foca na melhoria contínua para eliminar atividades que, do ponto de vista do cliente, não adicionam valor ao produto. Buscando o atendimento rápido aos clientes (*Lead Time* pequeno), ao menor custo e na melhor qualidade.

Um dos pilares do *Lean* é denominado *Jidoka*, onde o envolvimento dos colaboradores é determinante para o sucesso de projetos, fornecendo ao maquinário e aos seus operadores a habilidade de detectar ao menor tempo uma condição anormal na produção no momento exato em que ela ocorre, solucionando o problema o mais rápido possível. É neste contexto que a medição das variáveis que influenciam na produção, como o *Jidoka*, vem se tornando de suma importância para a resolução de problemas e para a própria melhoria contínua desses sistemas de manufatura.

Segundo Santos e Santos (2007), OEE é utilizado para medir as melhorias implantadas pela metodologia TPM. A utilização do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus ativos.

O objetivo desse trabalho é demonstrar como os princípios do *Jidoka* contribuem no OEE e todos os ganhos inseridos no processo produtivo, com a redução de perdas e melhoria na qualidade.

REVISÃO TEÓRICA

SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA OU LEAN PRODUCTION

Segundo Satolo *et al.* (2006), a busca de estratégias que visam melhoria de competitividade, bem como a necessidade de atender as necessidades de seus clientes, mudou o cenário de diversas empresas, que buscam adequação de seus sistemas produtivos, tendo como foco a gestão da qualidade e melhoria contínua de produtos e processos.

Sistema Toyota de Produção tem como base a eliminação dos desperdícios e está sustentado por dois pilares: o just-in-time (JIT) e a automação (OHNO, 1997; WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D., 2004; SHINGO, 1996).

Ohno (1997), também define os dois pilares que sustentam o sistema de produção Toyota: o JIT (Just-in-Time - no qual cada processo produz somente o que é preciso para o próximo processo em um fluxo contínuo) e a automação (*Jidoka* - que pode ser traduzido aproximadamente como “automação com um toque humano” que significa que quando um problema ocorre, o equipamento para imediatamente, prevenindo a produção de itens defeituosos) (Figura 01).

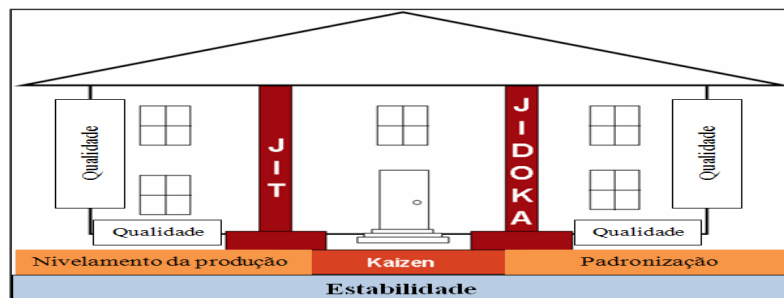


Figura 1- O Sistema de Produção Toyota. Fonte: Adaptado de Ahrens (2006)

Conforme Chiaradia (2004), o *Just-in-Time* refere-se às entregas aos clientes, no tempo certo e quantidades necessárias, sem gerar estoques ou atrasos para a montagem. Atualmente o JIT é o pilar mais descrito em artigos científicos, onde muitos estudiosos se esquecem da importância do segundo pilar da casa Toyota. O *Jidoka* refere-se a autonomia do operador para paralisar a máquina ou a produção em situações de defeito ou sempre que uma anormalidade for detectada, neste contexto o colaborador é parte fundamental para o sucesso da empresa.

Segundo Santos e Santos (2007), a produção praticada dentro dos princípios *Lean* assume características opostas à produção em massa. Os estoques são reduzidos, o comprometimento do trabalhador no processo produtivo é maior, possibilitando a redução dos lotes de fabricação, redução no lead time, além da garantia na qualidade dos produtos.

ORIGENS E DEFINIÇÕES DO OEE

Conforme Santos e Santos (2007), ao integrar os programas no sistema de controle, inúmeras serão as vantagens, tais como: Possibilidade de monitoramento da eficácia dos equipamentos, de forma individual ou das linhas de processo onde estão inseridos, em tempo real; minimiza o trabalho administrativo; garante confiabilidade dos dados; permite tomar ações corretivas, de forma mais rápida; possibilita a divulgação dos resultados para vários níveis da empresa.

Ainda segundo Santos e Santos (2007), a importância de aperfeiçoar os equipamentos e atuar nas maiores perdas (obtidas pelo OEE) se concretiza com o aumento de produção: a melhoria da eficácia descarta a necessidade de novos investimentos. A partir deste é possível elaborar planos de ação, conquistar a melhoria contínua ou mesmo analisar custos.

O OEE é obtido pela multiplicação dos três fatores numéricos, como representado na equação 01. Sendo que a disponibilidade é o tempo que o equipamento esteve disponível para a produção, a eficiência é o índice porcentual que indica qual foi a eficiência do equipamento e a qualidade é o índice que indica quanto à produção realizada foi aprovada e o quanto dela esta compatível com os parâmetros de qualidade.

OEE = Disponibilidade x Eficiência x Qualidade (01)

O PAPEL DO JIDOKA: MÁQUINAS COM AUTOMONITORAMENTO

A filosofia *Lean* possui como um dos seus pilares a autonomia mais conhecida *Jidoka*. Consiste em conferir ao operador a autonomia necessária para paralisar a máquina ou a produção em situações que uma anormalidade for detectada. O ideal na autonomia é aliar automação com a decisão humana.

Jidoka significa máquinas inteligentes, referindo-se a capacidade de uma máquina detectar um problema no processo. É o esforço necessário para que uma máquina atue sem o monitoramento humano contínuo. A autonomia é um dos muitos meios disponíveis para atingir as reduções do custo, segundo SHINGO (1996).

Conforme Liker (2007), no centro da filosofia da Toyota, está o respeito pelas pessoas e pelo valor que elas proporcionam. Somente as pessoas podem pensar e resolver problemas. O maquinário é utilizado para aliviar a carga humana, mas não é um mestre para as pessoas. Máquinas que param automaticamente aliviam as pessoas da carga de estar constantemente supervisionando-as, permitindo que utilizem seus talentos para ações mais proveitosas.

Segundo Womack, Jones e Roos (2004), a produção enxuta altera o modo como as pessoas trabalham. A maioria dos colaboradores achará seu trabalho mais estimulante e com certeza sua produtividade irá aumentar. O impacto que este conceito impõe em uma organização não é apenas na produtividade, mas também em sua cultura empresarial.

O emprego do *Jidoka*, segundo Liker (2007), é uma questão de entender onde está a perda em qualquer processo, como a análise das máquinas que estão no processo. As máquinas devem ser equipadas com sensores que façam soar um alarme e transmitam um sinal visual para avisar os operadores quando precisarem de manutenção, ou mesmo quando estiverem ficando sem material.

A INFLUÊNCIA DO *JIDOKA* NAS ORGANIZAÇÕES IMPACTANDO NO OEE

A automação permite reduzir custos por meio da reeducação dos envolvidos e ainda melhorar os níveis de qualidade do trabalho e do produto final. Pode ser utilizada por uma organização como artifício estratégico, pois agrega valor ao material confeccionado, eliminando desperdícios, reduzindo os custos empresariais e transformando a cultura produtiva com a qualificação de seus profissionais.

Conforme Guinato (1996), a idéia central do conceito de automação é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processo.

Segundo Chase (2006), o respeito pelas pessoas é a chave para o Sistema Toyota de Produção. Os trabalhadores permanentes têm segurança e são mais flexíveis, permanecem em uma empresa e fazem o possível para ajudá-la a alcançar suas metas.

Segundo Womack, Jones e Roos (2004), uma fábrica enxuta possui duas características organizacionais: transfere o máximo de tarefas e responsabilidades para os trabalhadores que realmente agregam valor ao produto, e possui um sistema de detecção de defeitos que rapidamente relaciona cada problema, uma vez descoberto a sua causa.

Todavia, a automação não permite apenas a melhoria no ambiente humano, ela agrega valor ao produto final, diferenciando este produto no mercado. A partir dos seus conceitos é possível aumentar a produtividade, com máquinas que não necessitam da inspeção a todo o momento, aumentando a eficiência dos equipamentos de linhas produtivas e afins. Mas apenas aplicar esse conceito sem visualizar numericamente não é viável. Neste momento torna-se necessário a implantação da ferramenta já descrita, o OEE, onde é possível a análise da realidade e suas influências.

Jidoka, sendo um conceito que impacta tanto no profissional como nas linhas de produção, afeta diretamente no desempenho da produção, na qualidade do produto final e em todas as etapas produtivas, conseqüentemente ele impacta no OEE, pois esta é a ferramenta estatística que demonstra numericamente esses atributos.

A partir dos conceitos descritos é possível demonstrar de forma prática o impacto do *Jidoka* no OEE, para isso faz-se necessário estudar duas linhas de envase similares, uma possuindo um sistema de automação, outra sem o *Jidoka* e o OEE das respectivas linhas, pois ele demonstra numericamente o desempenho global do processo e permite fazer a interface entre as variáveis.

METODOLOGIA

O trabalho de campo foi dividido em duas fases. A primeira teve como objetivo a observação das características das linhas de envase e se estas estavam alinhadas com o propósito do estudo. Na segunda houve a coleta de dados, o cálculo do OEE e análise dos mesmos.

FASE 01

Na primeira fase foram analisadas as características das linhas produtivas e do ambiente produtivo, onde as seguintes observações foram descritas (Tabela 01):

Tabela 1

Características observadas no processo

	Linha 01-sem Jidoka	Linha 02- com Jidoka
Características do produto envasado	Mingau para nutrição infantil	Mingau para nutrição infantil
Características das máquinas	Máquinas mais antigas que necessitam do constante monitoramento dos operadores	As máquinas possuem autonomia e não são necessários colaboradores monitorando as envasadoras
Características das linhas de envase	Linha contínua	Linha contínua
Características das atividades	Exige mais atenção dos operadores; o esforço físico é maior; os operadores atuam como inspetores do processo.	Não exige o monitoramento integral dos funcionários ; ocorre menor desgaste físico e psicológico dos mesmos.
Atividades desenvolvidas	O operador é responsável pelo ajuste manual da envasadora; monitora ocorrências e abastece as linhas	Não são necessários colaboradores abastecendo as linhas manualmente e monitorando seu funcionamento.
Características do trabalho	Trabalho contínuo e inflexível	Trabalho dinâmico que possibilita o desenvolvimento da mentalidade crítica do colaborador
Características físicas e psicológicas dos funcionários	Processo que exige mais esforços e, conseqüentemente, desgasta o físico e o psicológico dos envolvidos.	Não ocorre desgaste físico e mental
Quantidade de Funcionários	05 colaboradores	04 colaboradores

A partir do estudo das diferenças entre as linhas de envase, descrito acima, é possível relatar as seguintes observações:

Na linha 01, onde não há automação, o processo é manual e as máquinas não possuem autonomia. O operador é responsável pelo ajuste manual da envasadora. Após análise do processo, é possível afirmar que a linha 01 apresenta mais problemas mecânicos, resultando em paradas não programadas e redução dos níveis de produtividade. Os operadores não conseguem realizar nenhuma outra função além da inspeção do processo.

A Linha02 possui *Jidoka* e seu processo ocorre de forma automatizada, as máquinas possuem autonomia e são os seus sensores que indicam falhas ou mesmo paralisam o processo. Não são necessários colaboradores abastecendo as linhas manualmente. Esta linha não apresenta um nível considerável de paradas mecânicas.

É possível notar que o número de funcionários da linha produtiva 01 é superior ao da linha produtiva 02, porém em apenas um colaborador. Ocorre que, sendo uma linha autônoma, os colaboradores da linha 02 realizam funções diversas que agregam maior valor ao produto não sendo poupada a mão-de-obra qualificada. Já na linha 01 os funcionários realizam um trabalho mecânico e que exige atenção referente apenas à linha 01, estes não conseguem realizar funções diferenciadas, atuam única e exclusivamente no monitoramento desta linha produtiva.

FASE 02

Para que o impacto do *Jidoka* no OEE possa ser visualizado sem nenhum item de interferência, foram utilizados como amostra os meses de Setembro, Outubro e Novembro do ano de 2011, onde não houve manutenções corretivas, grandes perdas no processo entre outros fatores prejudiciais.

Como o estudo envolverá a organização de tabelas e quadros, com dados numéricos, a pesquisa é definida como quantitativa, pois, segundo Lakatos e Marconi (2001), análise quantitativa consiste na investigação cuja principal finalidade é o delineamento ou análise das características de fatos. Empregam artifícios quantitativos, tendo como objetivo a coleta sistemática de dados sobre populações, programas etc. Utilizam várias técnicas e empregam procedimentos de amostragem.

Após a coleta dos dados, o setor de PCP realizou os cálculos de OEE, analisando os percentuais de disponibilidade, qualidade e eficiência, de ambas as linhas de envase, onde os resultados seguem abaixo (Tabela 02).

Tabela 2

Resultados de OEE da amostra

	Mês de Setembro		Mês de Outubro		Mês de Novembro	
	Linha 01	Linha 02	Linha 01	Linha 02	Linha 01	Linha 02
Disponibilidade	90%	98%	93%	99%	91%	99%
Eficiência	99%	99%	99%	100%	99%	99%
Qualidade	88%	98%	89%	98%	95%	98%
OEE	78%	95%	82%	97%	85%	96%

É viável fixar que, para as instituições buscarem os lucros desejados, não basta um excelente OEE, é necessário analisar a organização como um todo e verificar se há outros tipos de perdas. Para isso, a empresa em estudo realiza reuniões mensais com todos os líderes das áreas para divulgar os valores do OEE naquele período e relatar todas as ocorrências que possam reduzir a produtividade da organização e quais as medidas devem ser tomadas.

ANÁLISE DOS DADOS

Nota-se que a empresa possui um sistema de produção altamente qualificado, com um OEE satisfatório em ambas as linhas, onde é possível visualizar as diferenças entre uma linha com *Jidoka* e outra sem o mesmo. Embora a linha 01 atinja um OEE alto-cerca de 80%, não consegue atingir os mesmos parâmetros de qualidade da linha 02 – OEE em média de 96%.

Vale lembrar que as condições físicas dos operadores mudam de uma linha com *Jidoka* e outra sem, sendo que os colaboradores responsáveis por aquelas com automonitoramento conseguem atuar em atividades que agregam valor ao produto final e ao processo, e não apresentam desgaste físico e mental.

Demonstra que, embora a maioria dos estudos idealizarem apenas o pilar *Just-in-Time* como importante a uma organização, o *Jidoka* também impacta nos resultados produtivos e qualitativos de uma empresa, como foi possível analisar pelo presente estudo.

Todavia, vale ressaltar que um bom desempenho da linha e do OEE não significam lucros para uma instituição. Ambos os pilares devem trabalhar em conjunto com a liderança de seus funcionários para alcançar o sucesso de uma organização e de todos os envolvidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a descrição do trabalho, foram relatadas as características do *Jidoka*, e finalizando com a prática do impacto que este provoca na ferramenta estatística OEE. Em um ambiente produtivo e empresarial, o OEE é utilizado para a análise do sistema manufatureiro, mas ele não é a solução para problemas produtivos, ele apenas os identifica para melhorá-los.

A partir da análise do conteúdo, é possível afirmar também que não se deve confundir eficiência de equipamentos com eficiência produtiva, pois de nada adiantam máquinas produtivas trabalhando com capacidade máxima, se o processo não possui a mesma qualificação, apresentando estoques parados, alta produtividade e baixa demanda.

A produção enxuta oferece uma tensão criativa, fornecendo aos colaboradores vários meios de visualizar e trabalhar com os desafios. Se os colaboradores forem dotados de boa vontade tornar-se-ão profissionais dinâmicos e críticos, sendo estes requisitos básicos a realidade empresarial. As organizações não buscam apenas profissionais que façam, elas

buscam aqueles que saibam fazer, que tragam melhorias e agreguem valor ao produto confeccionado, que auxiliem a empresa na busca do destaque no mercado competitivo.

Um dos princípios do *Jidoka* é exatamente o conceito relatado: respeito aos seus funcionários; pois somente assim essa peça chave das organizações realizará seu trabalho com máxima eficiência e produtividade. Embora este não seja o foco do tema tratado, é de suma importância à boa relação entre funcionários e empresa. Segundo Guinato (1996), é através da participação dos trabalhadores no estudo dos processos e operações para a identificação da natureza das anormalidades e através da participação para solucionar os problemas detectados, que a base central da autonomia é mantida.

Segundo Guinato (1996), o exercício da autonomia na Toyota procura estar sempre vinculado ao compromisso de evitar a ocorrência dos defeitos através da detecção dos erros e de sua correção. Essa característica é imprescindível em uma organização, pois permite ganhos com a redução dos custos a partir da eliminação das perdas e o aumento na qualidade.

Guinato (1996) descreve em sua obra uma das vertentes do presente trabalho, segundo ele o JIT necessita de um mecanismo que garanta que cada processo fabrique somente a quantidade necessária, livre de qualquer defeito que possa impedir a sua perfeita utilização. O JIT necessita de um elemento capaz de eliminar por completo as perdas por superprodução e por produtos defeituosos. Esse elemento é o *Jidoka*, pois ele tem a capacidade de combater estas duas perdas, sendo considerado a base essencial para o *Just-in-Time*.

O artigo entrelaçou as variáveis e sua relação, onde não é apenas o *Just-in-Time* que deve ser almejado por uma organização, o *Jidoka* também é um pilar que merece acompanhamento e adequação nas empresas interessadas. No decorrer do artigo é possível visualizar a relação da autonomia e suas características de ganho com o desempenho de seus equipamentos, evidenciado pela ferramenta estatística OEE, onde linhas de produção apresentavam ou não o *Jidoka*, o que impactava diretamente no desempenho da empresa alimentícia estudada.

No entender da pesquisa, a autonomia assegura a qualidade de seus produtos, eliminando defeitos e perdas, reduzindo assim os custos, aumentando a produtividade e a qualidade dos produtos, o que impacta diretamente no valor do OEE encontrado, pois este analisa exatamente a disponibilidade, a qualidade e a eficiência do processo.

Vale ressaltar que, para a realização deste trabalho foram analisadas diversas pesquisas e não foi encontrada nenhuma que relacionasse o *Jidoka* ao OEE. Este tema deve ser mais bem estudado em futuros trabalhos, conferindo sempre o impacto da autonomia em uma manufatura e os benefícios que este conceito agrega. Também é sugerido que o OEE sempre seja analisado, pois esta é uma ferramenta estatística de fácil compreensão que possibilita demonstrar numericamente os benefícios que o pilar *Jidoka* agrega a uma organização.

REFERÊNCIAS

AHRENS, T. *Lean production: Successful implementation of organizational change in operations instead of short term cost reduction efforts*. Lean Alliance, 2006. Disponível em: <http://www.leanalliance.com/en/images/pdf/la_lean_survey.pdf>. Acesso em: Out. 2011.

CHASE, R. B. *Administração da produção para a vantagem competitiva*. 10 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHIARADIA, A. *Utilização do indicador de eficiência global dos equipamentos na gestão de melhoria contínua dos equipamentos*. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2004

GUINATO, P. *Sistema Toyota de Produção-mais do que simplesmente Just-in-Time*. Caxias do Sul: UCS, 1996.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LIKER, J.K.; MEIER, D. *O modelo Toyota - Manual de Aplicação*. Porto Alegre: Bookman, 2007.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção - Além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.

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*. In: Encontro nacional de Engenharia de Produção, 27., 2007, Foz do Iguaçu, Anais.... São Paulo, 2007.

SATOLO, E.G.; Calarge, F.A.; Salles, J.A. *Tendências e discussões sobre o Sistema Lean Production: um estudo exploratório de um site de discussões através da técnica Concept Mapping*. In: Encontro nacional de Engenharia de Produção, 26., 2006, Fortaleza. Anais ... Ceará, 2006.

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

WOMACK, J.P.; JONES, D. *A Mentalidade Enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. 5.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. 13.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

Recebido em: 17/10/2014

Aceito para publicação em: 16/07/2015