

Análise da aplicação do sistema Toyota de produção na indústria com base na montagem interativa de bloquinhos Lego®

Analysis of Toyota production system in the industry with the aid of the assembly of interactive Lego® blocks

Rogério Gentil Moreno¹

¹Centro Universitário UNISEB/FGV

rgmoreno999@gmail.com

***Abstract.** The Toyota production system (tps) is currently and largely applied in companies which are willing to be competitive in the market. Thus, the objective of this theoretical-conceptual research is to submit an analysis on the build of interactive blocks (mib), which is a kind of simulation of this system, thus facilitating the understanding of its process and increasing the specific knowledge in relation to stp. From survey data made through the portal of periodic capes parse miscellaneous papers about stp, it can be concluded that the assembly of interactive blocks is a low cost dynamic, which allows an understanding of the effects of stp in industry.*

Keyword: build of interactive blocks, Toyota production system, toyotism.

Resumo. O Sistema Toyota de Produção (STP) é muito aplicado atualmente nas empresas que procuram ser competitivas no mercado. Dessa forma o objetivo dessa pesquisa teórico-conceitual é apresentar uma análise sobre a montagem interativa de bloquinhos (MIB), que é uma espécie de simulação desse sistema, facilitando assim o entendimento do seu processo assim como ampliar os conhecimentos específicos em relação ao STP. A partir do levantamento de dados feito no portal do periódico CAPES foi possível analisar diversos trabalhos acerca do STP, com isso concluiu-se que a montagem interativa de bloquinhos é uma dinâmica de baixo custo e que permite uma compreensão dos efeitos do STP na indústria.

Palavras-chave: montagem interativa de bloquinhos (MIB), sistema toyota de produção (STP), toyotismo.

1. Introdução

Em um cenário totalmente desfavorável, em que a produção das empresas dos Estados Unidos era quase três vezes maior que a da Toyota, o então presidente da empresa japonesa viu a necessidade de aumentar seus lucros. Com o corte de custos, a eliminação de mão-de-obra excessiva e dos estoques se iniciou o desenvolvimento do toyotismo (GHINATO, 1996), modelo que mais tarde serviria de base para o desenvolvimento e sucesso de diversas outras empresas.

Para compreender de maneira mais completa o impacto do Sistema Toyota de Produção (STP) na indústria, o presente trabalho visa analisar a partir da dinâmica de Montagem Interativa de Bloquinhos (MIB) (PINHO, *et al.*, 2005) as contribuições que o sistema pode apresentar. No artigo também se pretende mostrar como funcionam o STP e o MIB para uma melhor compreensão da revisão de literatura feita.

Nessa revisão é feita a análise de uma dinâmica, relacionada ao STP, inspirada em uma atividade utilizada pelo grupo ALCOA, que foi modificada para uso acadêmico a fim de ilustrar algumas técnicas e conceitos do modelo. Tem como objetivo principal levar os alunos ao conhecimento e ao envolvimento com um sistema muito comum nas indústrias atualmente através da montagem de peças LEGO® simulando a produção de uma indústria (PINHO, *et al.*, 2005).

Um grande número de empresas passou a adotar o toyotismo como modelo de produção. Para analisar a aplicação deste método foi proposta a seguinte problemática: Como a Montagem Interativa de Bloquinhos pode auxiliar na aplicação do Sistema Toyota de Produção na indústria?

Além da introdução, o texto é composto da parte 2 que apresenta o conceito do Sistema Toyota de Produção, suas características específicas e a aplicação do sistema através da Montagem Interativa de Bloquinhos, a parte 3 expõe o uso de jogos em engenharia de produção e a parte 4 apresenta a metodologia de pesquisa desenvolvida no artigo, 5 mostra a análise dos dados coletados para a produção do artigo e 6 conclui o artigo.

2. Sistema Toyota de Produção

De acordo com Shingo (1996), a ideia central do Sistema Toyota de Produção é promover um fluxo harmônico dos materiais entre os postos de trabalho, produzindo componentes nas quantidades e nos momentos em que são necessários. Para tanto, a comunicação entre postos de trabalho deve ser promovida de forma eficiente. Segundo Ohno, criador do sistema, o mesmo pode ser resumido como “produzir nas quantidades certas e no momento em que as partes são necessárias” (OHNO,1994, p.22)

Para obter sucesso no STP, Ohno desenvolveu algumas ferramentas, entre elas destacam-se o *Just in time* (JIT), que traduzido ao pé da letra seria produzir no tempo certo, e o *kanban* uma espécie de cartão que tem como função controlar a produção da empresa. Como destacado por Ghinato (1996) esses são “meios” e não finalidades do STP, o objetivo desse modelo produtivo é produzir com o mínimo de perdas possíveis.

Como uma forma de evitar essas perdas, a Toyota passou a fabricar somente o que era demandado pelos clientes, sempre em pequenos lotes, opondo-se a filosofia ocidental de fabricar lotes de grandes quantidades utilizando máquinas dedicadas. Segundo Maximiano (2005), Ohno treinou os operários para que eles próprios fizessem as mudanças, várias vezes ao dia, sempre que essas fossem necessárias. No final da década de 50, a fábrica japonesa já realizava em três horas, processos que em outras, levavam um dia, aumentando assim consideravelmente sua produção, e maximizando seus lucros.

No toyotismo a racionalização do trabalho é feita através da divisão dos operários em equipes, cada uma delas liderada por uma pessoa, cabendo ao líder a função de coordenar o grupo e até mesmo substituir um funcionário que falte. As tarefas são distribuídas entre as equipes e essas devem executá-las sempre buscando a excelência, os próprios membros são responsáveis pelos equipamentos e pelo controle de qualidade do setor (MAXIMIANO, 2005).

2.1. Características específicas do Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção (STP) possui como suportes principais o *Just in Time* e o *Jidoka* como representado na figura 1, a seguir:

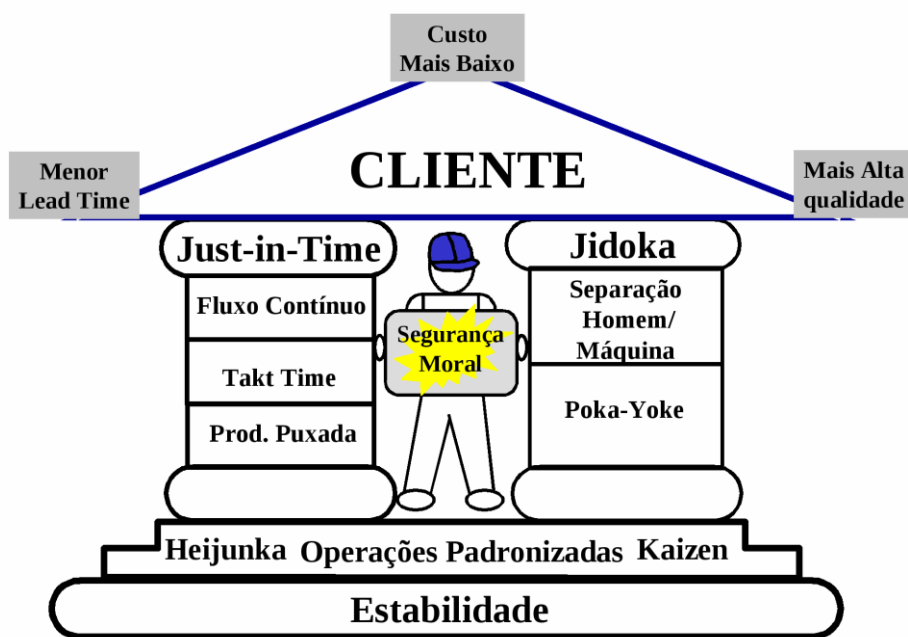


FIGURA 1 – A Estrutura do Sistema Toyota de Produção. Fonte: GHINATO (1996).

O método *Just in time* consiste em reduzir ao mínimo o tempo de fabricação e os estoques, visando produzir somente o que demanda o mercado. A necessidade de ter suprimentos no momento exato levou a empresa japonesa a formar parcerias, que atendessem a esse requisito e atualmente muitas empresas fazem isso de forma semelhante (MAXIMIANO, 2005).

A automação visa, de modo geral, prevenir defeitos, através do aprendizado com um erro, identificando sua causa para que o mesmo não ocorra novamente dentro da empresa, a redução do tempo entre a identificação de um erro e a sua correção, também merece destaque.

Segundo Maximiano (2005) uma equipe de voluntários que trabalhem em uma mesma área pode através de reuniões estudar e propor medidas para solucionar problemas relacionados à qualidade e à eficiência dos produtos, isso se torna possível com a participação dos funcionários na análise e resolução dos problemas, através de melhorias na comunicação interna do próprio grupo de trabalho, estímulos à criatividade, preocupação com a qualidade, autocontrole e prevenção de falhas, esse tipo de relação não seria possível no método tradicional de produção.

O objetivo principal do STP é com total certeza a eliminação das perdas, e o modelo para alcançar suas metas tem o JIT e a automação como seus dois pilares de sustentação.

Também nesse sistema é possível identificar a preocupação com a qualidade e o objetivo nessa área é a produção com zero defeito (GHINATO, 1996).

A automação visa, de modo geral, a prevenir defeitos, através do aprendizado com um erro, identificando sua causa para que o mesmo não ocorra novamente dentro da empresa, a redução do tempo entre a identificação de um erro e a sua correção, também merece destaque.

Para Ghinato (2010) o STP reconhece que os trabalhadores estão sujeitos a falhas, utilizando da ferramenta *Poka-Yoke* que permite a redução dos erros a índices baixos, a partir de um acompanhamento da execução de todos os processos da produção. Um exemplo é a perda por fabricação de produtos defeituosos, que com a autonomia o processamento é interrompido ao primeiro sinal de anormalidade. Isso reduz também a superprodução com máquinas capazes de produzir somente o que é necessário, aumenta a satisfação do trabalhador, que ao ter autonomia para paralisar e identificar as anormalidades do processo se sente mais reconhecido e motivado.

2.2. Aplicação do STP através da Montagem Interativa de Bloquinhos (MIB)

Tomando como base a Montagem Interativa de Bloquinhos (MIB), dinâmica implantada pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). A atividade em questão é relacionada com a compreensão do toyotismo. Primeiramente a dinâmica MIB monta um modelo de produção caracterizado por ser do tipo empurrado, no qual, ao término de um trabalho em um posto, o resultado da operação é passado para a fase seguinte da produção ou para o estoque (modelo similar ao fordismo). Quando se conclui essa parte da dinâmica o sistema passa a ser do tipo puxado, em que cada estação recebe o resultado da montagem da estação anterior. Dessa forma a produção é controlada pelo cliente, pois só se produz o que o mercado exige (PINHO *et al.*, 2005).

A dinâmica MIB (PINHO *et al.*, 2005) é realizada seguindo alguns passos: inicialmente são formados grupos, espécies de empresas fictícias, com quatro componentes cada e cada um desses componentes recebe uma função de um operador. O operador A é responsável pela primeira parte da montagem, o operador B deve preparar um *setup* antes de realizar a segunda parte da montagem, este tempo gasto é proposital. O terceiro membro fica encarregado de realizar o embarque da produção em um caminhão, deve seguir a ordem de

um suposto cliente e por fim um componente do grupo fica responsável pelo controle de gastos, lucros e receitas da empresa fictícia.

As empresas fictícias recebem então um padrão de montagem e a folha com os caminhões para embarque à expedição, determina-se um tempo de máximo de quatro minutos para embarque de 30 peças, e com isso é possível determinar o ritmo da produção ou *takt time* de cada peça, que é 8 segundos, por fim os grupos recebem a informação do tempo gasto no processo (PINHO *et al.*, 2005).

Com a realização da dinâmica e as intervenções necessárias dadas pelo realizador da mesma, é possível perceber as mudanças que o Sistema Toyota trás para as empresas. O realizador interferiu na dinâmica quando necessário e apresentou propostas que podiam ser aceitas ou não por cada uma das empresas fictícias e também algumas determinações de um suposto cliente que visavam dificultar ou facilitar o desenvolvimento da produção.

3. Jogos em Administração da Produção

Um jogo pode ser considerado como uma atividade realizada por uma ou mais pessoas (GRAMIGNA, 2000). Um jogo de guerra chamado *Wei-Hai*, utilizado na China por volta do ano de 3000 a.C. e outro utilizado na Índia no mesmo período chamado *Chaturanga* são os primeiros registros de jogos ligados ao ensino (SAUAIA, 1995).

A utilização de jogos em universidades teve início por volta da década de 50, nos Estados Unidos. O seu cunho prático, a fácil compreensão de conceitos levantados fez dos jogos uma alternativa ao ensino tradicional (SAUAIA, 1995). Jogos podem simular uma atividade previamente planejada, na qual os participantes são convidados a enfrentar desafios que reproduzem a realidade do seu dia a dia (GRAMIGNA, 2000).

Sendo possível esse tipo de simulação, os jogos demonstram-se extremamente vantajosos no cenário da engenharia de produção, já que assim como na vida real regras são definidas, há presença de espírito competitivo e ao final temos vencedores e perdedores, entretanto ao contrário da realidade, ele permite que erros sejam corrigidos.

4. Metodologia de Pesquisa

A metodologia utilizada neste trabalho é de cunho teórico-conceitual, busca identificar e organizar conceitos encontrados em trabalhos relevantes e que visa à ampliação dos conhecimentos teóricos é de natureza básica e de objetivo exploratório (GIL, 2009). Segundo Turrioni (2012), a fundamentação teórica (também chamada de revisão bibliográfica, referencial teórico ou revisão de literatura) é uma visão crítica da pesquisa existente que é significativa para o trabalho que o aluno/pesquisador está desenvolvendo. Deve-se tomar o cuidado de não se confundir a fundamentação teórica com um resumo. Apesar de que resumir os trabalhos de outros pesquisadores seja importante, o aluno/pesquisador deve analisar este trabalho, mostrar relações entre os diferentes trabalhos e, finalmente, mostrar como os trabalhos anteriores se relacionam com o seu próprio trabalho. Não se pode apenas descrever os trabalhos de outros pesquisadores.

De acordo com Torracco (2005), a organização da revisão começa com uma coerente estruturação conceitual do tema. Webster e Watson (2002) recomendam que uma abordagem estruturada deva ser empregada para determinar a fonte do material. Segundo eles, a maiores contribuições geralmente se encontram nos principais periódicos. Esses periódicos podem ser acessados das bases eletrônicas de dados, mas os artigos publicados em congressos também devem ser examinados. A partir de alguns artigos selecionados, analise suas citações para identificar alguns artigos publicados anteriormente e que merecem ser analisados. A partir das palavras-chaves identificadas nos artigos selecionados, identifique outros artigos (talvez até mais recentes aqueles identificados inicialmente) que talvez mereçam ser incluídos na revisão.

5. Análise de dados

Foi realizada uma pesquisa na base de dados ISI Web of Science, que se encontra disponível no site Periódico Capes, com as palavras-chave “Toyota production system” e “Just in time”, com artigos publicados entre os anos de 1980 a 2014 onde 50 artigos foram obtidos.

Visando a analisar os dados, utilizou-se a ferramenta para análise de resultados contida na própria base ISI Web of Science. A Tabela 1 apresenta a o nome dos autores acompanhado da quantidade de artigos publicados sobre o Sistema Toyota de Produção.

Percebe-se um grande número de publicações na área, principalmente no ano de 2013 o que prova o quanto é importante o assunto e a preocupação com um modelo de produção que seja “enxuto”, mas é necessário cuidado pois com um conteúdo disponível tão extenso selecionar fontes torna-se ainda mais interessante.

TABELA 1 – Autores com maiores números de publicações sobre o STP.

Campo: Autores	Contagem do registro	% de 50	Gráfico de barras
BOYSEN N	3	6.000 %	■
FLIEDNER M	2	4.000 %	■
KOTANI S	2	4.000 %	■
MONDEN Y	2	4.000 %	■
OBERMAIER R	2	4.000 %	■
OHNO K	2	4.000 %	■
SCHOLL A	2	4.000 %	■

Fonte: ISI(2014).

A Tabela 2 apresenta a quantidade de autores que publicaram na área, separados pelo país de origem.

TABELA 2 – Quantidade de publicações segundo a nacionalidade dos autores.

Campo: Países/Territórios	Contagem do registro	% de 50	Gráfico de barras
USA	19	38.000 %	■
GERMANY	6	12.000 %	■
JAPAN	5	10.000 %	■
TAIWAN	4	8.000 %	■
CANADA	3	6.000 %	■
PEOPLES R CHINA	3	6.000 %	■
ENGLAND	2	4.000 %	■
IRELAND	2	4.000 %	■
ITALY	2	4.000 %	■

Fonte: ISI(2014).

A Figura 1 apresenta o numero de artigos da área publicados por ano, de 1994 a 2013.

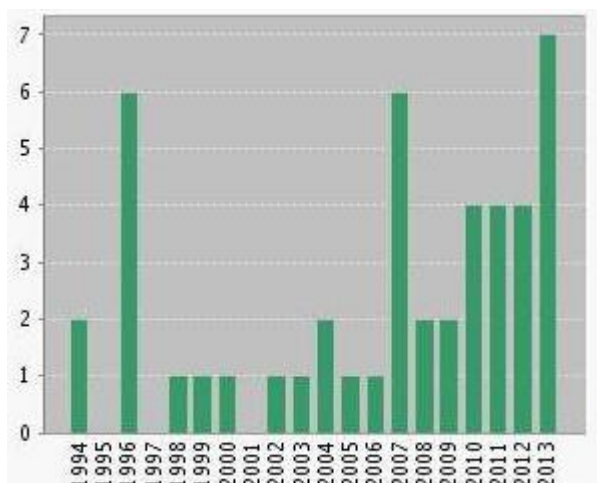


FIGURA 1 – Quantidades de artigos publicados por ano na área. Fonte: ISI (2014).

A Figura 2 apresenta o número de citações dos artigos publicados na área de nos respectivos anos.

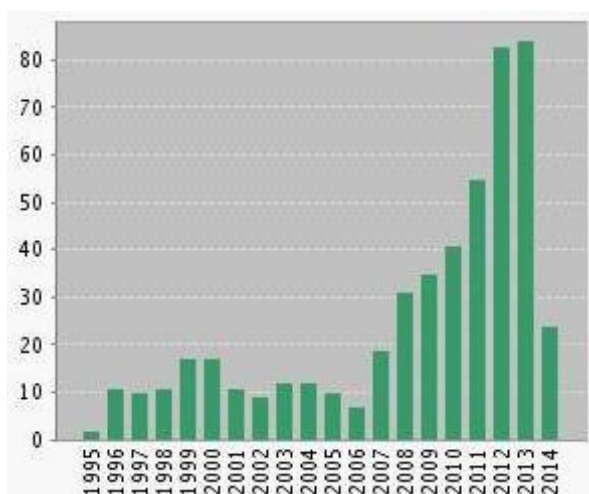


FIGURA 1 – Números de artigos citados na área.
Fonte: ISI (2014).

Os quadros 1 e 2 foram produzidos por meio de artigos retirados do periódico CAPES e do google acadêmico, o primeiro descreve os benefícios da utilização de jogos e o segundo as limitações deles:

Ano de publicação do artigo	Autor	Benefício da utilização de jogos
1995	Senge	Descobrir problemas no sistema real e novas hipóteses para a solução dos mesmos.
1995	Sauaia	Incentivam a criatividade dos participantes ao se trabalhar com problemas que podem surgir na realidade.
2001	Dettmer	Aprimoramento das habilidades de comunicação e trabalho em equipe dos envolvidos.
1995	Sauaia	Desenvolvimento de um comportamento adaptativo em decorrência das diversas mudanças ocorridas em um jogo.
1997	Rocha	Troca de experiências entre os participantes.
1995	Senge	Visão ampliada para além dos limites funcionais de cada área.
2002	Schafransk	Redução de altos custos decorrentes de erros em operações reais.
1995	Senge	Inserção de novos fatores externos que ainda não aconteceram na realidade, permitindo uma espécie de previsão de erros e sua prevenção.
1997	Wilhem	Aprendizado sobre as consequências de ações em longo prazo .
2002	Schafransk	Representação de períodos longos de funcionamento, facilitando o entendimento de consequências das decisões.

QUADRO 1 – Benefícios da utilização de jogos em empresas.

No quadro 2 são expostas algumas limitações no uso de jogos:

Ano de publicação do artigo	Autor	Limitações no uso de jogos
2001	Dettmer	Um bom jogador não é necessariamente um bom trabalhador.
2002	Schafranski	Criação de um pensamento que restrinja a uma única solução para determinado problema, desenvolvendo-se resistências à renovação de enfoque e abordagem.
1997	Wilhem	Jogos muito simples desmotivam os participantes a comportarem-se de maneira semelhante à realidade, jogos muito complexos desmotivam pela dificuldade em seu entendimento, deve haver um equilíbrio.
2002	Schafranski	Precipitações se os participantes não forem devidamente esclarecidos sobre o modelo simulado, levando-os a falsos conceitos.

Quadro 2 – Limitações no uso de jogos em empresas.

6. Conclusão

Analisando-se o Sistema Toyota de Produção através da Montagem Interativa de Bloquinhos, e a visão de diversos autores sobre o uso de jogos foi possível concluir que esta é uma forma de simulação simples que permite observar todo o sistema e obter uma visão superficial dos resultados, porém imprescindível uma vez que possibilita identificar a importância desse modelo de produção dentro das empresas.

A dinâmica pode ser usada também como treinamento aos funcionários de empresas para que as mesmas tenham maior facilidade ao aderirem o novo sistema. Observamos também para que as mudanças propostas ocorram devem ter modificações na área organizacional e no layout da empresa.

Ao fim da dinâmica alguns produtos que a princípio não conseguiam sequer serem embarcados, foram embarcados com tempo de sobra que permitiria até mesmo a redução do takt time (tempo em que se deve produzir uma peça ou serviço baseado em seu volume de

vendas) ou o aumento da produção de peças. Assim, foi possível perceber que o STP aperfeiçoa de maneira considerável o aproveitamento do tempo e dos recursos dentro das indústrias que o implementam, sendo muito interessante para empresas que buscam se diferenciar de suas concorrentes no mercado.

Referências

ALVAREZ, R. R.; JUNIOR, J.A.V.A. **Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção**. Gestão & Produção, Vol.8 n.1, São Carlos, Abr. 2001.

BOWEN, H. K.; SPEAR, S. **Decoding the DNA of the Toyota Production System**. Harvard Business Review, Boston, v. 77, n. 5, p. 97-106, Sept. /Oct., 1999.

DA JUSTA, M. A. O; BARREIROS, N. R. **Técnicas de gestão do sistema Toyota de produção**. Revista Gestão Industrial, ISSN 1808-0448 / v. 05, n. 01: p. 01-17, UTFPR - Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil, 2009.

DE PINHO, A.F.; LEAL, F.; DE ALMEIDA, D.A. **Utilização de Bloquinhos de Montagem LEGO® para o Ensino dos Conceitos do Sistema Toyota de Produção**. XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005.

DETTMER, A. L. **Concebendo um laboratório de engenharia de produção utilizando um jogo de empresas**. Florianópolis 2001. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas – Universidade Federal de Santa Catarina.

DURAND, J. P. **A refundação do trabalho no fluxo tensionado**. Gestão & Produção, Vol. 18, iss:4 p.673 -686. São Paulo, Abr. 2003

FUJIMOTO, T. **The evolution of a manufacturing system at Toyota**. New York: Oxford University Press, 1999.

GHINATO, P. **Fundamentos do Sistema Toyota de Produção**. Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações, Editora da UFPE, Recife, 2000.

_____. **Sistema Toyota de Produção: Mais do Que Simplesmente Just-in-Time** Division of Systems Science - Graduate School of Science and Technology. Kobe University. Rokkodai-cho, Nada-Ku, Kobe 657, Japão.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, 2009. 4. ed. Atlas.

GRAMIGNA, M. R. M. **Jogos de Empresa**. São Paulo: Makron Books, 2000.

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

ROCHA, L. A. G. **Jogos de Empresas: Desenvolvimento de um Modelo para Aplicação no Ensino de Custos Industriais**. Florianópolis 1997. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas Universidade Federal de Santa Catarina.

ROWLEY, J; SLACK, F. **Conducting a literature review**. Management Research News, Vol. 27 Iss: 6, pp.31 – 39, Sheffield, 2004.

SAUAIA, A. C. A. **Satisfação e Aprendizagem em Jogos de Empresas: Contribuições para Aprendizagem Gerencial**. São Paulo, 1995. Tese de Doutorado, FEA-USP.

SENGE, P. M. **A Quinta Disciplina**. São Paulo: Best Seller, 1998.

SCHAFRANSKI, L. E. **Jogos de Gestão da Produção: Desenvolvimento e Validação**. Florianópolis, 2002. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Artes Médicas. Porto Alegre. 1996.

TURRIONI, J. B.; MELLO C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Pós-graduação em engenharia de produção. UNIFEI. 199 p.

WILHELM, P. P. H. **Uma nova Perspectiva de Aproveitamento e Uso de Jogos de Empresas**. Florianópolis, 1997. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina.

Recebido em 2/9/2016

Aprovado em 18/11/2016