

AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS TEMPOS DE UMA LINHA DE MONTAGEM DE
PRODUÇÃO COM O AUXÍLIO DE JOGOS DIDÁTICOSEVALUATION AND COMPARISON OF THE TIME OF A PRODUCTION MOUNTING LINE WITH
THE DIDACTICISM GAMES SUPPORTAdeline Della Giustina¹, Alexandre Trebesquim², Debora Cavalli³,
Thairan Henrique Secco⁴, Edna Possan⁵^{1,2,3,4,5}Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Medianeira¹adedg@msn.com, ²alexandretrebesquim@hotmail.com, ³cavallidebora@hotmail.com,⁴heruthan@gmail.com.br, ⁵epossan@gmail.com

Resumo

Atividades que não agregam valor têm dominado a maioria dos processos produtivos, o que leva a empresa a obter uma baixa produtividade. Nesse sentido, o artigo busca fazer uma aplicação dos conceitos da mentalidade enxuta através da simulação de uma fábrica de montagem de dois protótipos de carros, composto por jogos didáticos. Os jogos didáticos têm sido utilizados em sala de aula para incentivar a participação ativa do aluno, melhorando a eficiência do aprendizado. Sendo assim o jogo foi utilizado para propiciar um maior entendimento dos conceitos da produção enxuta estudados ao longo das aulas, onde em cada uma das quatro rodadas foi utilizado um conceito e foram marcados os tempos em cada etapa do processo, assim como o tempo total para a produção dos seis carros, realizando uma comparação entre os diferentes conceitos. Para tal afirmativa utilizaram-se ferramentas do Sistema Toyota de Produção como o *Just-in-Time* e o *Kanban*.

Palavras-chave: : Sistema Toyota de Produção, *Just-in-Time*, *Kanban*.

Abstract

Activities that don't add value have been dominating the most of the productive processes, that leads a company to get a low productivity. In this sense, the article aims to apply the concepts of lean mentality through a simulation of a plant of mounting of two car prototypes, composed by the didacticism games. These games have been used in the classroom to motivate the student active participation, improving the learning efficiency. So, the game was used to provide a bigger understanding of the lean production concepts studied during classes, where in which of the four rounds a concept was used and the time of each process step was marked, as well the total time for the production of the six cars, performing a comparison among different concepts. For such afirmative, tools of the Toyota Production System as the *Just-in-Time* and the *Kanban* were used.

Key Words: Toyota Production System, *Just-in-Time*, *Kanban*.

1. INTRODUÇÃO

O uso de jogos didáticos em sala de aula tem sido um recurso utilizado para incentivar a participação ativa do aluno, melhorando a eficiência do aprendizado. Segundo Tubino e Schafanski (2000), a simulação através de jogos permite que idéias e conceitos, passíveis de

serem aplicados na prática, sejam testados de uma maneira mais simples, possibilitando a avaliação dos impactos desses e a escolha das estratégias mais adequadas para cada situação. Assim, apesar dos jogos representarem apenas situações semelhantes às reais, essas são constituídas por uma série de vantagens, uma vez que para testar os mesmos conceitos na prática seria

necessário dispensar um tempo bem maior, envolvendo grande quantidade de recursos e ainda apresentando o inconveniente de que o andamento normal das atividades estaria submetido a vários riscos.

A construção se caracteriza por um alto conteúdo de atividades que não agregam valor em seus processos e que levam a uma baixa produtividade. Portanto, o desenvolvimento de metodologias de análise e melhoramentos de processos e a introdução de novas filosofias de produção que contemplem um melhoramento contínuo podem ter um importante impacto na gestão, na produtividade, na qualidade e nas tecnologias atualmente em uso na construção (ALARCON, 1997).

Segundo Wemmerlov (1984) e Inman (1999), a Produção Empurrada tende a implicar maiores níveis de estoque na indústria que a Produção Puxada, freqüentemente associada ao *JIT* (*Just-in-Time*) e a reação à demanda. Maiores estoques implicam, conseqüentemente, em maiores níveis de serviço ao cliente e maior capacidade para lidar com variações inesperadas da demanda (LANDVATER, 1997). A Produção Puxada, por definição, necessita de um consumo estável ao longo do tempo para que não haja interrupção das operações e falta de produto acabado em estoque na indústria (CORRÊA e GIANESI, 1994).

Dentro destes contextos o artigo busca fazer uma aplicação dos conceitos da mentalidade enxuta através da simulação de uma fábrica de montagem de dois protótipos de carros, compostos por peças plásticas de montagem de um brinquedo infantil, no intuito de propiciar um maior aprendizado destes conceitos. Através deste estudo é possível constatar o sistema de produção puxada comparando-se os tempos das estações da linha de montagem em quatro diferentes idéias.

Dessa forma, o objetivo deste estudo é verificar e analisar quatro diferentes conceitos de produção, sendo cada conceito utilizado em uma das quatro rodadas de montagem dos carros, onde foram marcados os tempos em cada uma das etapas do processo, assim como o tempo total de produção, fazendo uma comparação entre todos e discutindo-os posteriormente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O intuito da pesquisa foi realizar simulações do processo de montagem de 2 protótipos de carros (Figura 1), tendo no mix de produção 4 carros do protótipo 1 e 2

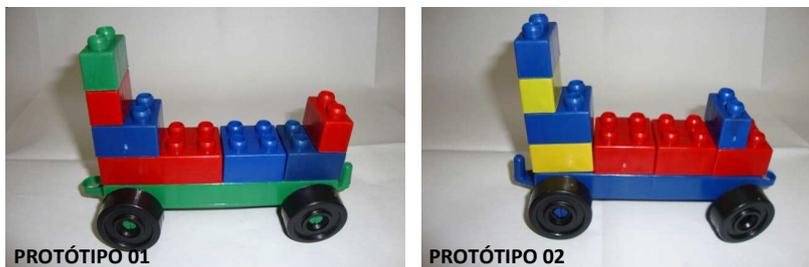


Figura 1: Protótipos dos carros
Fonte: Os autores (2010).

carros do protótipo 2. A simulação foi feita em 4 diferentes rodadas, sendo que na primeira rodada não houve divisão de postos de trabalho, isso só ocorreu a partir da segunda rodada, onde se iniciou a implantação dos conceitos de produção enxuta, que serão exemplificados a seguir.

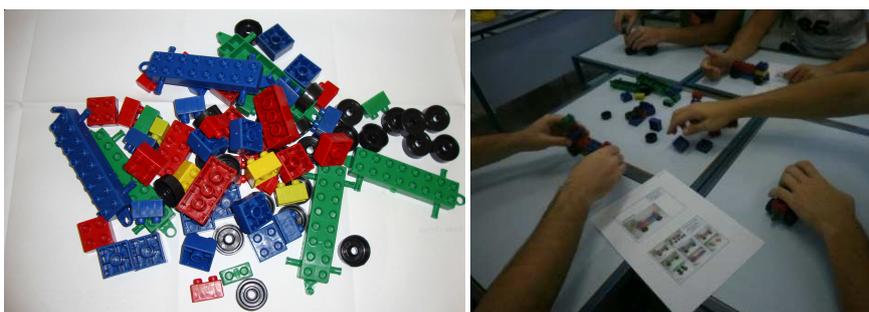


Figura 2: Primeira rodada
Fonte: Os autores (2010).

A primeira rodada de montagem ocorreu de forma desorganizada, sem haver qualquer divisão de estações de trabalho e sem seguir nenhum conceito de produção, tanto puxada quanto empurrada, o que se pode observar na Figura 2.

Já na segunda rodada organizou-se a produção com implantação dos 5s, que é o Sistema de Qualidade Total significando cada qual um senso que é a utilização, a arrumação, a limpeza, a saúde, a higiene e por fim o senso de autodisciplina, nesta rodada houve divisão de trabalho, ou seja, organizaram-se as peças de acordo com o tipo e a cor e cada estação passou a fazer uma parte da montagem dos carros (Figura 3 e Figura 4).



Figura 3: Organização das peças, segunda rodada
Fonte: Os autores (2010).

A partir da terceira rodada foram implantados conceitos do sistema de produção puxada, sendo nesta, utilizado um modelo de linha com *Just-in-time*, onde 4

PROTÓTIPO 02



Estação A



Estação B



Estação C

PROTÓTIPO 01



Estação A



Estação B



Estação C

Figura 4: Divisão de estações de trabalho, segunda rodada
Fonte: Os autores (2010).

fornecedores (Figura 5) abasteciam cada uma das 3 estações de trabalho com as peças necessárias para a montagem dos protótipos. Na verdade, Shingo (1996)

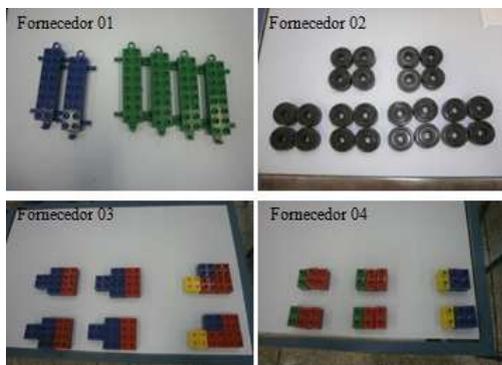


Figura 5: Fornecedores da terceira rodada
Fonte: Os autores (2010).

ressalta que, o Sistema Toyota também realiza a produção com estoque zero, ou com itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário - *just-in-time*, ou seja, no tempo certo, sem geração de estoque.

A partir da terceira rodada foram implantados conceitos do sistema de produção puxada, sendo nesta, utilizado um modelo de linha com *Just-in-time*, onde 4 fornecedores (Figura 5) abasteciam cada uma das 3 estações de trabalho com as peças necessárias para a montagem dos protótipos. Na verdade, Shingo (1996) ressalta que, o Sistema Toyota também realiza a produção com estoque zero, ou com itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário - *just-in-time*, ou seja, no tempo certo, sem geração de estoque.

Na quarta e última rodada (Figura 6), foram utilizados os conceitos do Sistema Toyota para a montagem de uma linha de produção não somente com JIT, mas também com o sistema *kanban*, através do

fornecimento de peças em 2 caixas *kanban* e com controle visual de fornecimento das mesmas. Segundo Junior e Filho (2008), *kanban* é um subsistema do sistema Toyota de produção (STP) usado para controlar os estoques em processo, a produção e o suprimento de componentes e, em determinados casos, de matérias-primas. A tradução literal da palavra *kanban* é anotação visível, ou sinal. De modo geral, vem se empregando

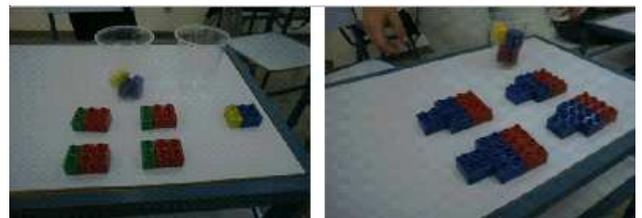


Figura 6: Caixas Kanban, quarta rodada
Fonte: Os autores (2010).

na literatura esta palavra com o significado de cartão, pois o sistema *kanban* é conhecido por empregar determinados cartões para informar a necessidade de entregar e/ou produzir certa quantidade de peças ou matérias-primas.

Tendo realizado cada rodada individualmente e mantendo sempre os mesmos alunos nas estações de trabalho, foram marcados os tempos de cada uma das

etapas do processo, quando possível, ou o tempo total da montagem quando não houve divisão de trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise dos conceitos utilizados pode-se observar o tempo total da primeira rodada e os tempos de cada estação de trabalho necessários para a construção de um protótipo, assim como o tempo total da linha de produção das 6 unidades nas rodadas seguintes.

Protótipo	Estação	1ª Rodada (seg)	2ª Rodada (5S) (seg)	3ª Rodada (JIT) (seg)	4ª Rodada (Kanban) (seg)
1	A	-	18	8	12
	B	-	14	11	8
	C	-	12	11	16
2	A	-	11	8	9
	B	-	15	11	13
	C	-	10	8	12
Tempo Total do Mix de Produção (seg)	-	1132	744	582	684

Tabela 1: Tempos nas estações de trabalho/rodada.
Fonte: Os autores (2010).

Na primeira rodada não houve utilização de nenhum conceito, sendo assim, obteve-se o tempo de 3:03 minutos decorrido para a montagem das 6 unidades, onde muitos erros de fabricação ocorreram, pois a produção foi iniciada sem análise prévia dos projetos e todos trabalhavam juntos sem que houvesse divisão de estações de trabalho, foi necessário realizar um retrabalho em alguns carros que estavam com o chassi errado ou peças em locais trocados, tendo-se no final desta rodada um tempo total de 4:43 minutos.

Para análise das demais rodadas levou-se em consideração o tempo necessário para montagem de um produto de cada protótipo, como mostra a Tabela 01.

Na 2ª rodada observou-se que para protótipo 1, a estação C tem um maior tempo de espera, enquanto que a estação A tem maior sobrecarga, ou seja, o maior tempo de ciclo. Pode-se explicar o maior tempo da estação A,

pelo motivo de ser a primeira atividade usando o novo método de trabalho. Já no protótipo 2, a estação B apresenta-se sobrecarregada enquanto a estação C tem novamente um maior tempo de espera. Este processo produtivo trabalha com estoque, mas sem utilização de nenhum conceito do STP, com exceção da estação A que recebe o chassi somente quando é necessário. O tempo total decorrido para montagem das 6 unidades nesta rodada, foi de 2min e 04s.

Já na 3ª rodada, como exposto anteriormente, utilizou-se o JIT onde, as peças são ordenadas por ordem de produção, e são recebidas diretamente de fornecedores para atender as respectivas estações de trabalho. Assim,

com a implantação deste método pode-se observar que os tempos nas estações de trabalho diminuíram em relação à 2ª rodada e também o tempo total, que foi de apenas 1min e 37s.

Após a implantação do Kanban juntamente com o JIT na 4ª rodada houve um pequeno aumento



Figura 7: Mix de produtos
Fonte: Os autores (2010).

no tempo total do mix de produção, a utilização de copos como Kanban pode ter dificultado a reposição das peças e conseqüentemente aumentado esse tempo total, porém esse aumento de tempo já é esperado, pelo fato de o sistema *Just In Time* ser o objetivo final, provando que a técnica Kanban é uma excelente ferramenta para se

alcançar o *Just In Time*. O tempo total de produção teve um pequeno acréscimo, resultando em 1min e 54s. Em relação ao *Lead Time*, este se apresenta um pouco mais demorado do que o método utilizando somente JIT, pois no sistema *Kanban* o fornecedor tem que abastecer os estoques, enquanto no JIT o fornecimento é direto.

4. CONCLUSÕES

Com os experimentos realizados no presente trabalho pode-se notar a importância que jogos didáticos têm nas atividades de simulação, que são de extrema importância para o processo de aprendizado, tendo em vista também que através da simulação os alunos puderam visualizar na prática conceitos que até então, só foram tratados na teoria.

Ao usar um método didático de ensino percebeu-se também a facilidade no entendimento dos conceitos tratados pela filosofia de produção enxuta, como o *Just-in-time* e o *Kanban*, além da separação dos trabalhos em postos, e como esses conceitos podem se tornar fatores diferenciais em uma produção mais eficaz.

5. REFERÊNCIAS

ALARCON, Luis. The importance of research to develop lean construction. In Seminário Internacional sobre Lean Construction, 2. 20-21 Out., 1997. São Paulo. Anais, 1997.

CORRÊA, H.; GIANESI, I. G. N. Just in time, mrp ii e opt: um enfoque estratégico. São Paulo: Editora Atlas, 1994.

INMAN, R. Are you implementing a pull system by putting the cart before the horse? Production and Inventory Management Journal, v. 40, n. 3, p. 67-71, 1999.

JUNIOR, Muris Lage. FILHO, Moacir Godinho. Adaptações ao sistema *kanban*: revisão, classificação, análise e avaliação. Gest. Prod., São Carlos, v. 15, n. 1, p. 173-188, jan.-abr. 2008.

LANDVATER, D. World class production and inventory management. New York: Wiley, 1997.

SHINGO, Shigeo. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996. p. 103.

TUBINO, D.; SCHAFRANSKI, L. E. Simulação Empresarial em Gestão da Produção. Manual de Simulação. Universidade Federal de Santa Catarina. 2000.

WEMMERLOV, U. Assemble-to-order manufacturing implications for materials management. Journal of Operations Management, v. 4, n. 4, p. 347-368, 1984.

Artigo aceito para publicação nos Anais do ENDITEC VIII - 2011, e ajustado para publicação nesta edição, aprovada por parecer de avaliadores internos especializados no tema.