



COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA DE PRODUÇÃO PUXADO E EMPURRADO POR MEIO DA MONTAGEM DE CUBO SONOBE

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5197

Autores: JULIANA GUARDA DE ALBUQUERQUE, AMANDA PHILIPPI, BRUNO JOSÉ DA SILVA, CAMILA LINHARES PACHECO, FELIPE CARDOSO SCOTTI, JÚLIA CIPRIANO MARTINS, JULIANE CRISTINA DE BARROS ROZAS

Resumo: A busca por metodologias mais produtivas sempre foi um alvo, visando minimizar gastos e aperfeiçoar o lucro dentro de qualquer linha de produção, e a implantação de novas metodologias, por muitas vezes, é realizada a partir do processo pedagógico durante a formação do profissional responsável. Como ferramenta de apoio, podem ser utilizados jogos e simulações, principalmente devido a escala utilizada, a qual não requer recursos consideráveis e pode ser aplicada em pequeno espaço físico. O presente trabalho apresenta um método pedagógico ativo utilizado com vistas a contribuir para a aprendizagem dos alunos sobre o tema processos de produção. A simulação consiste em analisar, por meio da montagem de cubos sonobe, dois sistemas de produção: sistema puxado e sistema empurrado e demonstrar a percepção dos estudantes sobre tais processos. Como conclusões, fica evidente que o método de produção puxado é mais eficiente, gera menos desperdícios e tem menor custo de armazenamento de estoque, por exemplo. Entretanto, para o experimento deste artigo, o modelo de produção empurrada obteve o produto final mais rapidamente, por ter disponível matéria prima para iniciar o processo de montagem do cubo. Porém, caso houvesse módulos com defeito, o montador demoraria mais para identificar o erro, acarretando em prejuízos de tempo e recursos. No modo de produção empurrada, foi colocado propositalmente módulos de sonobe que não encaixavam perfeitamente, para que ficasse notória a rapidez da identificação e posterior informe do erro ao setor anterior, a fim de corrigir o processo e alcançar qualidade superior no produto final. O uso de módulos sonobe montados incorretamente deixou evidente a necessidade e importância de um setor de qualidade, que permite a identificação de erros durante o processo produtivo. Vários conhecimentos e a comparação entre situações adversas de trabalho são viabilizados pelo jogo mesmo dentro de suas limitações.

Palavras-chave: Sistemas de Produção. Dinâmica em Grupo. Processos Produtivos. Simulação de Produtividade. Jogos Didáticos

COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA DE PRODUÇÃO PUXADO E EMPURRADO POR MEIO DA MONTAGEM DE CUBO SONOBE

1 INTRODUÇÃO

A busca por metodologias mais produtivas sempre foi um alvo, visando minimizar gastos e aperfeiçoar o lucro dentro de qualquer linha de produção, e a implantação de novas metodologias, por muitas vezes, é realizada a partir do processo pedagógico durante a formação do profissional responsável.

Métodos pedagógicos ativos, aqueles em que há a ação voluntária e consciente do formando, onde são simuladas situações da realidade profissional, exercitando possíveis soluções e uso de métodos pedagógicos ativos têm vários benefícios, visto que prepara o formando em função de necessidades específicas dentro de seu contexto social, atribui iniciativa e responsabilidade, além de dar autonomia (GOUVEIA, 2007).

De acordo com Althoff, Colzani e Seibel (2009), é possível estabelecer relação entre um método de ensino baseado em jogos de empresas com a temática da filosofia de produção enxuta, o que traz um grande avanço dentro do ensino da engenharia de produção, aliando uma metodologia que remete ao ensino da administração a um assunto técnico relacionado à engenharia.

Um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos que interagem entre si em busca de um objetivo. Os sistemas de produção, por sua vez, representam um conjunto de recursos em um mesmo ambiente, conjuntamente coordenados e direcionados a um mesmo objetivo e são responsáveis por gerar bens e serviços através de um processo que transforme as entradas em saídas, de forma que atenda a seus clientes e gere lucro para a empresa (SLACK, 2008).

O sistema empurrado de produção é definido a partir do comportamento do mercado, ou seja, a produção é realizada antes da ocorrência de demanda do produto e depende do envio de uma ordem, que em sua maioria ocorre por um sistema de cálculo das necessidades de materiais (MRP - Manufacturing Resource Planning) e planejamento dos recursos de manufatura (MRPII) (CORREIA E GIANESI, 1992).

Segundo Maia e Vasconcelos (2017), nesse tipo de sistema não se faz necessário uma programação prévia com o cliente para dar início a produção, a solicitação de pedido é colocada em último caso. Tal fato proporciona uma maior rapidez na entrega do produto, uma vez que o mesmo já está acabado e a empresa precisará apenas se programar para repor o material que foi vendido.

No que diz respeito às desvantagens, a possibilidade de um alto estoque de produtos acabados, proveniente de uma demanda confirmada menor que a prevista e da dificuldade em controlar a quantidade produzida, facilita o desperdício e, conseqüentemente, aumenta os custos produtivos (LIKER, 2005). Além disso, Lemos (1999), ressalta que alterar o planejamento da produção bem como adequar um plano de produção situado no tempo de processamento e tamanho dos lotes são tarefas difíceis nesse tipo de sistema, porém que podem ser resolvidas utilizando a programação puxada da produção.

Womack e Jonas (1996), expressam que “puxar”, em termos simples, significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço sem que o cliente ou um processo posterior o solicite. Autores como Takahashi *et al.* (2004) e Framinan *et al.*

(2006), afirmam que, a chave de sucesso do sistema puxado está no controle dos níveis de WIP (*Work in progress*) que pode existir no sistema, e é exatamente esse comportamento que conduz aos benefícios da eficiência de “puxar”, ao invés de “empurrar”.

O sistema puxado de produção inicia-se com a confirmação do pedido pelo cliente, possibilitando acertar a demanda à produção, ou seja, o material só será produzido e transportado no momento certo em que for indispensável e exclusivamente na quantidade que for preciso. Dessa forma, tanto o estoque quanto o desperdício de material é extremamente baixo, uma vez que a produção controla as operações fabris. A Figura 1, apresenta um fluxo de informações relacionadas a ambos os tipos de sistema de produção (Maia e Vasconcelos, 2017).

Figura 1 - Sistemas de produção empurrada e puxada



Fonte: <https://eprconsultoria.com.br/producao-puxada/>

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um método pedagógico ativo utilizado com vistas a contribuir para a aprendizagem dos alunos do curso de engenharia civil sobre o tema: processos de produção. A simulação consiste em analisar, por meio da montagem de cubos sonobe, dois sistemas de produção: sistema puxado e sistema empurrado e demonstrar a percepção dos estudantes sobre tais processos.

2 MÉTODO

A dinâmica realizada consiste em dois processos de montagem de um cubo com módulo sonobe, através da produção empurrada e, em paralelo, a produção puxada. O chamado cubo sonobe é uma espécie de origami desenvolvido em módulos e foi escolhido devido a sua compatibilidade com a proposta da realização da simulação em sala de aula.

A montagem, em ambos os sistemas, foi dividida em duas fases: montagem do módulo sonobe e montagem do cubo. Na Figura 2 é apresentado um registro da dinâmica, realizada em sala de aula. Na imagem, da esquerda para o centro, ocorreu o sistema de produção empurrada e da direita para o centro o sistema de produção puxada.

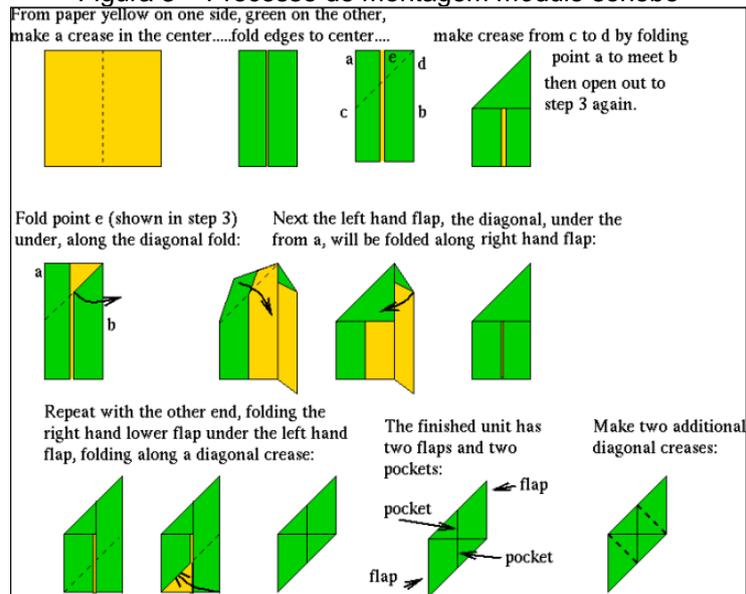
Figura 2 – Dinâmica de produção



Fonte: autores, 2023.

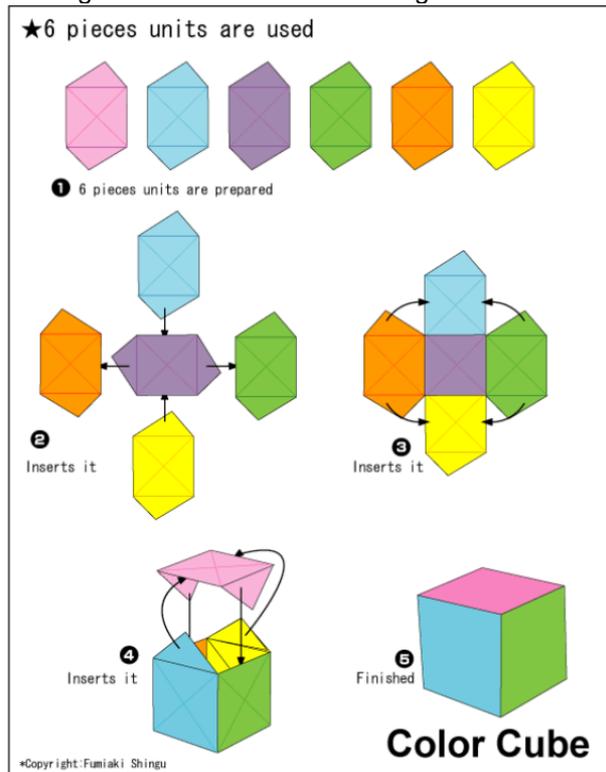
O processo de montagem do módulo sonobe foi realizado da mesma forma para ambos os sistemas, e é detalhado na Figura 3. Já a produção do cubo foi realizada conforme instruções contidas na Figura 4.

Figura 3 – Processo de montagem módulo sonobe



Fonte: Verril, 2015

Figura 4 – Processo de montagem do cubo



Fonte: easy origami instructions for, 2015

A produção empurrada foi realizada por três postos de trabalho, ou seja, três estudantes (Figura 5). A montagem foi dividida em duas fases e, para facilitar a compreensão, foram atribuídas as nomenclaturas de F1 para a fase 1 de produção e F2 para a fase 2. Um posto de trabalho foi disponibilizado para montagem do cubo (F1) e dois postos para montagem dos módulos sonobe (F2). A forma de montagem ocorreu por meio da produção tradicional, onde os postos de trabalho apenas iniciam os trabalhos quando possuem todos os materiais necessários. Sendo assim, o setor de montagem iniciou os trabalhos com seis peças do módulo sonobe, quantidade suficiente para um cubo e, os setores de produção das peças, iniciaram com quatro folhas de papel cada.

Figura 5 – Sistema de produção empurrada



Fonte: autores, 2023

Na produção puxada (Figura 6) cada fase também foi dividida em três postos de trabalho, sendo um posto de trabalho para a fase F2 (montagem do cubo) e dois postos de trabalho para a fase F1 (montagem dos módulos sonobe). Neste tipo de produção a montagem dos cubos era realizada sob demanda, ou seja, o cubo era montado conforme o posto de trabalho recebia as peças da fase F1 (montagem dos módulos sonobe).

Figura 6 – Sistema de produção puxada



Fonte: autores, 2023

3 RESULTADOS

O fluxo de produção do sistema empurrado permitiu a montagem completa de dois cubos, sem intercorrências no processo (Figura 7), em um tempo de 2min2s (medido no cronômetro). Neste modo de produção os módulos sonobe estavam prontos para montagem, para iniciar a fase F2, ou seja, o estoque estava pronto para a montagem, o que ocorreu imediatamente após iniciar o experimento. Como havia matéria prima para iniciar a fase F2, se houvesse produção de módulos com defeito, o setor F2 demoraria mais tempo para identificar o problema, o que resultaria em desperdício de matéria prima e tempo de produção.

Figura 7 – Cubos montados no sistema de produção empurrado



Fonte: autores, 2023

No fluxo de produção do sistema puxado foi possível realizar a montagem completa de dois cubos (Figura 8), em um tempo de 4min14s (medido no cronômetro). Nesse sistema, os módulos sonobe ainda não estavam montados, o que atrasou o início da montagem do cubo, em comparação com o sistema empurrado.

Durante o processo de montagem foram identificados dois módulos que foram montados (propositalmente para a dinâmica) de forma errônea, o que foi imediatamente comunicado ao setor anterior (F1), parando a produção. Esse tipo de conduta no sistema puxado permite um maior controle da qualidade e, conseqüentemente, menor desperdício de matéria prima, já que o problema é identificado e a produção paralisada para resolução.

Figura 8 – Cubos montados no sistema de produção puxado



Fonte: autores, 2023

4 CONCLUSÕES

Fica evidente que o método de produção puxado é mais eficiente, gera menos desperdícios e tem menor custo de armazenamento de estoque, por exemplo. Entretanto, para o experimento deste artigo, o modelo de produção empurrada obteve o produto final mais rapidamente, por ter disponível matéria prima para iniciar o processo de montagem do cubo. Porém, caso houvesse módulos com defeito, o montador demoraria mais para identificar o erro, acarretando em prejuízos de tempo e recursos.

No modo de produção empurrada, foi colocado propositalmente módulos de sonobe que não encaixavam perfeitamente, para que ficasse notória a rapidez da identificação e posterior informe do erro ao setor anterior, a fim de corrigir o processo e alcançar qualidade superior no produto final. O uso de módulos sonobe montados incorretamente deixou evidente a necessidade e importância de um setor de qualidade, que permite a identificação de erros durante o processo produtivo.

REFERÊNCIAS

ALTHOFF, Tarcísio; COLZAN, Tiago Alexandre; SEIBEL, Silene. A Dinâmica da Montadora de Canetas - Uma Simulação Baseada em Jogos de Empresas no Ensino da Engenharia de Produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29, 2009, Salvador. Salvador: Enegep, 2009. p. 1 - 13.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. **Just in Time, MRP II e OPT – Um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1992. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Henrique-Correa-5/publication/262910985_Just_in_Time_MRP_II_e_OPT_Um_enfoque_estrategico/links/5af4c6ca4585157136ca3842/Just-in-Time-MRP_II-e-OPT-Um-enfoque-estrategico.pdf> Acesso em: 28 mai. 2023.

EASY ORIGAMI INSTRUCTIONS FOR. **Origami Color Cube instruction**. Disponível em: <<https://origami-amazing.blogspot.com/2015/09/origami-color-cube-instruction.html?m=1>>. Acesso em: 22 de mai. de 2023.

EPR CONSULTORIA. **SISTEMA DE PRODUÇÃO PUXADA CONHEÇA SUAS VANTAGENS E DESVANTAGENS**. Disponível em: <https://eprconsultoria.com.br/producao-puxada/>. Acesso em: 28/05/2024.

FRAMINAN, J.M., GONZALEZ, P.L.; RUIZ-USANO, R., 2006. **Dynamic card controlling in a Conwip system**. International Journal of Production Economics, 99(1-2), pp.102-116.

GOUVEIA, J. *et al.* **Métodos, técnicas e jogos pedagógicos: recurso didático para formadores**. 1. ed. Braga: Expoente, 2007.

LEMOS, A. C. D. **Aplicação de uma Metodologia de Ajuste do Sistema Kanban em um Caso Real Utilizando a Simulação Computacional**. Florianópolis, 1999. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/81207/174797.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 28 mai. 2023.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. Porto Alegre: Bookman Companhia, 2005.

MAIA, Thais de Freitas; VASCONCELOS, Giancarlo Ribeiro. **Análise de Produção Puxada e Produção Empurrada: Estudo de Caso em uma Fábrica de Embalagens do Sudoeste Goiano**. Engenharia de Produção, Universidade do Rio Verde. Rio Verde, 2017. Disponível em: <<https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/AN%C3%81LISE%20DE%20PRODU%C3%87%C3%83O%20PUXADA%20E%20PRODU%C3%87%C3%83O%20EMPURRAD%20ESTUDO%20DE%20CASO%20EM%20UMA%20F%C3%81BRICA%20DE%20EMBALAGENS%20DO%20SUDOESTE%20GOIANO.pdf>> Acesso em: 29 mai. 2023.

SLACK, Nigel; Lewis, Michael. **Operations strategy2**. ed. London: Prentice-Hall Financial Times, 2008.

TAKAHASHI, Katsuhiko; MORIKAWA, Katsumi; NAKAMURA, Nobuto. **Reactive JIT ordering system for changes in the mean and variance of demand**. International Journal of Production Economics, 92(2), pp.181-196. 2004.

VERRILL, H. **Sonobe Module**. Disponível em: <<https://www.make-origami.com/HelenaVerrill/sonobe1.gif>>. Acesso em: 22 de mai. De 2023.

COMPARISON BETWEEN PUSH AND PULL PRODUCTION SYSTEM THROUGH SONOBE CUBE ASSEMBLY

Abstract: The search for more productive methodologies has always been a goal, aiming to minimize expenses and improve profit within any production line. The implementation of new methodologies is often carried out through the pedagogical process during the training of the responsible professional. As a supporting tool, games and simulations can be used, mainly due to the scale used, which does not require considerable resources and can be applied in a small physical space. This paper presents an active pedagogical method used to contribute to students' learning about the topic of production processes. The simulation consists of analyzing, through the assembly of Sonobe cubes, two production systems: pull system and push system, and demonstrating students' perception of such processes. In conclusion, it is evident that the pull production method is more efficient, generates less waste, and has lower inventory storage costs, for example. However, for the experiment in this article, the push production model obtained the final product more quickly because it had raw materials available to start the cube assembly process. However, if there were defective modules, the assembler would take longer to identify the error, resulting in losses of time and resources. In the push production mode, Sonobe modules that did not fit perfectly were intentionally placed so that the speed of identifying and subsequently reporting the error to the previous department would be noticeable, in order to correct the process and achieve superior quality in the final product. The use of incorrectly assembled Sonobe modules made it clear the need and importance of a quality department, which allows the identification of errors during the production process. Various knowledge and the comparison between adverse work situations are enabled by the game even within its limitations.

Key-words: Production System. Group Dynamic. Productive Process. Simulation of Productivity. Teaching Games.

