

SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO A PARTIR DE UMA DINÂMICA EM GRUPO DE PRODUÇÃO DE DOCES MANUFATURADOS COMO APOIO NA APRENDIZAGEM DE PROCESSOS PRODUTIVOS

Juliana Guarda de Albuquerque – juliana.albuquerque@ifsc.edu.br

Wellington Borba Broering – wellbroering@gmail.com

Patricia Odozynski da Silva – patricia.odozynski@gmail.com

Bartira Silva – bartira.sva@gmail.com

Luciano dAvila Dodl – lucianoddodl@gmail.com

Ruan Natan Ferreira Martins – ruan-natan1@hotmail.com

Felipe Góes – felipe06goes@gmail.com

IFSC – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Av. Mauro Ramos, 950 – Centro

88020-300 – Florianópolis – Santa Catarina

Resumo: A utilização de jogos e simulações vem sendo uma ferramenta de apoio na abordagem de processos produtivos e produtividade de equipe, principalmente por conta da escala de simulação. Os conceitos abordados permeiam a variabilidade, redução do tempo de ciclo, simplificação, transparência, flexibilidade e balanceamento das atividades. O objetivo desta pesquisa é apresentar uma linha de montagem de doces manufaturados do tipo “casadinho”, demonstrando as diferenças entre a produção em massa e o sistema de produção enxuto. O objetivo inicial era moldar 36 doces, com divisão em 5 postos de trabalho específicos, cada posto com 3 áreas (recepção, produção e estoque), além de um posto rotativo para controle dos postos de trabalho e operacionalização. Concluiu-se que nenhum posto ficou sobrecarregado, com as atividades passando quase que de “mão em mão”, com máximo de estoque entre os Postos 1 e 2 e o Posto 3 de uma esfera de cada tipo. Os Postos 4 e 5 tinham menos demanda, em função da rápida execução do serviço, o que pode ser um subdimensionamento. No Posto Rotativo notou-se que o produto chegava com qualidade, sendo todos os doces de tamanho padrão e bem embalados, com pequenas correções. A simulação foi realizada até o término da massa, confeccionando 47 doces no tempo de 13 minutos, 18 segundos e 20 centésimos. Todos os conhecimentos e a comparação entre situações adversas de trabalho são viabilizados pelo jogo sem o dispêndio de muito tempo e recursos físicos, bem como desperdício de materiais, comum em escala real.

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

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Depexe *et. al.* (2006) a utilização de jogos e simulações demonstrou ser uma ferramenta de apoio ao ensino na última década, objetivando abordar técnicas por meio da simulação do processo produtivo e melhorar a produtividade da equipe. A vantagem da

simulação está na escala, não necessitando a produção de um elemento complexo para obter parâmetros comparativos em relação a produção em série, além de atuar como ferramenta pedagógica eficiente para ensino, explorando estratégias alternativas e suas consequências (DEPEXE apud. WALTERS; COALTER; RASHEED, 2006).

Sob esse enfoque, Althoff, Colzani e Seibel (2009) apontam que “a integração de um método de ensino baseado em jogos de empresas com a temática da filosofia de produção enxuta traz um grande avanço no que tange o ensino da engenharia de produção, aliando uma metodologia que remete o ensino da administração e da formação gerencial a um assunto técnico relacionado à engenharia”.

As diferenças entre os sistemas de produção puxado e empurrado, além dos conceitos relativos a just-in-time e kanban, são abordados por Silveira *et. al.* (2005), através de um jogo que traz a simulação de uma fábrica de canetas em pequena escala. Os autores realizam a simulação do processo de montagem do produto comparando o desempenho do grupo em diferentes formas de organização do processo produtivo. Souza e Silva *et. al.* (2003) também apresentam um jogo de montagem de canetas, abordando conceitos relativos ao sistema de produção empurrado e puxado, além de outros conceitos como variabilidade, redução do tempo de ciclo, simplificação, transparência, flexibilidade e balanceamento das atividades, através da simulação de quatro situações diferentes.

Sendo assim, este trabalho apresenta toda a operacionalização de uma dinâmica que faz uso da simulação de uma linha de montagem de doces manufacturados visando demonstrar as diferenças entre a produção em massa e o sistema de produção enxuto. Para tanto, descreve uma aplicação desta dinâmica demonstrando a diferença percebida pelos alunos quanto aos sistemas produtivos em questão, e demonstra a opinião dos participantes da dinâmica quanto às vantagens que essa metodologia traz ao ensino da engenharia civil em comparação com os métodos tradicionais.

2 MÉTODO DE TRABALHO

O jogo em questão consiste da realização da simulação de uma linha de montagem de doces com operacionalidade manual. Os doces são do tipo “casadinhos”, e serão operacionalizados já previamente cozinhados, considerando-se apenas a parte de montagem do doce, embalagem e transporte. Não será considerada a etapa de cozimento, pois, como trata-se de uma simulação, não será possível operar os equipamentos em sala de aula.

O doce apresenta duas constituições principais, sendo brigadeiro branco e brigadeiro preto. Para a montagem do doce são necessários:

- Moldar em formato esférico o doce de brigadeiro branco;
- Moldar em formato esférico o doce de brigadeiro preto;
- Promover a união entre as duas esferas de doces, dando origem ao doce do tipo “casadinho”;
- Passar os doces em açúcar e colocar todos os doces prontos em “forminhas” individuais;
- Emballar em caixas prontas com 12 doces cada;
- Transportar até o local de destino.

Os postos de trabalho serão representados pelas cadeiras da sala de aula, de forma a induzir uma produção contínua quase que passando da mão de um operário diretamente para a mão de outro. Estudou-se o fornecimento de materiais, com relação às distâncias de transporte e ao tamanho dos lotes, a aplicação dos conceitos da Produção Enxuta neste tipo de simulação e

ainda a viabilidade de pré-fabricação de partes constituintes dos doces. Deste modo, as regras do jogo são:

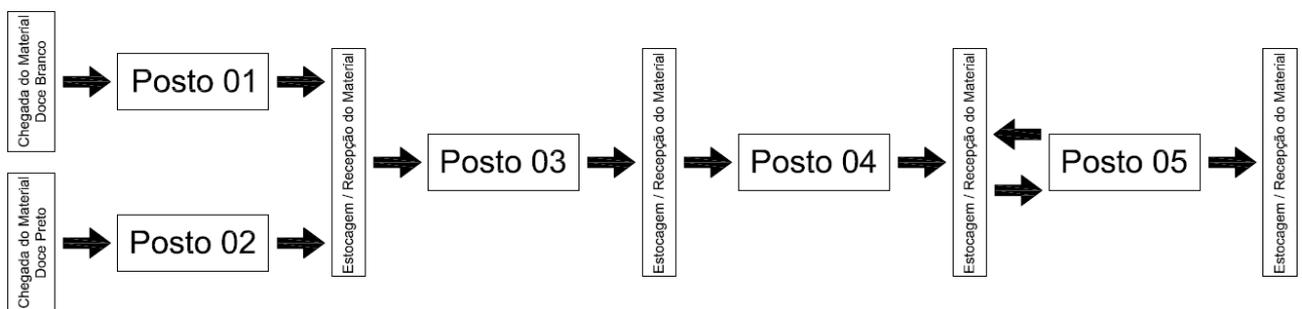
- Montagem de 36 doces do tipo “casadinho”;
- Distribuição da produção em 5 postos de trabalho;
- Cada posto possui 3 áreas de trabalho, uma para montagem, outra para recepção do doce na produção e uma terceira para estoque;
- A área de estoque do posto de trabalho anterior constitui a área de recepção do doce do posto de trabalho seguinte;
- As áreas de trabalho são limitadas pelas dimensões da cadeira;
- Simulação dos fornecedores de materiais já previamente industrializados;
- Trabalho com estoques pequenos na produção;
- Aplicação dos conceitos da Produção Enxuta.

Figura 1 – Exemplo de um doce “casadinho” já preparado e individualizado para ser embalado.



Fonte: Tudo Gostoso (2017).

Figura 2 – Layout proposto para a produção dos doces.



Posto Rotativo - Controle de Qualidade e Auxílio nas Atividades dos Outros Postos

Fonte: Desenvolvido pelos autores (2017).

Os conceitos da Produção Enxuta abordados foram similares aos apresentados por Depexe *et. al.* (2006), sendo: simplificação das operações; compressão do ciclo de tempo; lotes pequenos; preparação do trabalho; pacotização do trabalho; padronização do trabalho; identificação de sequência no espaço; aumento da velocidade de trabalho e seu consequente

ritmo; paralelismo das operações; redução do tempo de atravessamento; diminuição do espaço de transporte; auto regulação do trabalho pelos operários; efeito aprendizagem e definição do caminho crítico.

Na Figura 2 é apresentado o *layout* da produção dos doces, onde se pode identificar os postos de trabalho, juntamente com suas áreas de trabalho interna e externa para distribuição.

3 MÉTODO DE TRABALHO

A confecção dos doces tem como matéria prima inicial os seguintes ingredientes, já pré-estabelecidos e procurados pela equipe:

- Confecção do brigadeiro preto:
 - 1 lata e meia de leite condensado;
 - 4 colheres de sopa de chocolate em pó solúvel;
 - 1 colher de sopa cheia de margarina.
- Confecção do brigadeiro branco:
 - 1 lata e meia de leite condensado;
 - 1 colher de sopa cheia de margarina;
 - Manteiga para untar os pratos onde for colocar os brigadeiros;
 - Leite em pó.

Todos os ingredientes foram escolhidos e comprados pela equipe para realizar a preparação dos doces, conforme apresentado pela Figura 3.

Figura 3 – Ingredientes comprados pela equipe.



Fonte: Registro dos autores (2017).

Desta forma, também se apresenta o seguinte modo de preparo da massa do doce:

- Confecção da massa do brigadeiro preto:
 - Misturar todos os ingredientes em uma panela;
 - Levar ao fogo baixo até que dê o ponto, ou seja, até soltar da panela.
- Confecção da massa do brigadeiro branco:
- Também terá que levar ao fogo baixo e deixar dar o mesmo ponto do brigadeiro preto;
- Colocar os dois em pratos separados e untados com a margarina;
- Esperar esfriar.

Para desenvolvimento da simulação em sala a equipe preparou previamente a massa dos doces, pois não haveria possibilidade de cozinhar todos os ingredientes sem os equipamentos

adequados. Dessa forma, a Figura 4 evidencia as massas já previamente preparadas um dia antes da realização da simulação.

Figura 4 – Massa dos doces já pré-preparada para realização da simulação.



Fonte: Registro dos autores (2017).

Com a massa já pré-preparada, a simulação foi feita a partir da moldagem dos doces. A simulação da confecção dos doces é composta das seguintes tarefas nos postos de trabalho:

- Posto 1: receber a matéria prima da confecção do doce branco e moldar em formato esférico com tamanho padrão pré-definido e colocar o material confeccionado na área de estoque (que se constitui na área de recepção do posto 3);
- Posto 2: receber a matéria prima da confecção do doce preto e moldar em formato esférico com tamanho padrão pré-definido e colocar o material confeccionado na área de estoque (que se constitui na área de recepção do posto 3);
- Posto 3: pegar o material da área de recepção e promover a união entre as duas esferas de doces, dando origem ao doce do tipo “casadinho”, colocando na área de estoque;
- Posto 4: pegar o material da área de recepção, passar os doces já unidos em leite em pó e colocar nas “forminhas” individuais já previamente alocadas dentro da caixa plástica, colocando posteriormente o material na área de estoque;
- Posto 5: promover a separação das “forminhas” individuais e dispô-las dentro das caixas plásticas prontas, com 12 unidades cada uma, a serem abastecidas pelo Posto 4, colocando posteriormente o material na área de estoque (que constitui a área de estoque final, pronta para ser transportada ao distribuidor).

Cada posto de trabalho é constituído por uma pessoa, totalizando cinco pessoas, uma em cada posto de trabalho. Sugere-se também uma pessoa para ficar no controle das operações, avaliando a continuidade do processo e também para fazer o abastecimento das “forminhas” individuais por conta da dificuldade em retirá-las da embalagem.

O perfil dos integrantes de cada posto de trabalho deverá ser de pessoas que tenham atenção aos estoques de produção e praticidade com trabalhos manuais, objetivando uma equipe completa de pessoas com prática no método de produção e que possa dar continuidade na produção sem acúmulo de estoque entre os processos produtivos. Considerando um sexto integrante no controle das operações, recomenda-se um perfil observador e controlador, que possa verificar os estoques nas etapas de produção e auxiliar os postos de trabalho (caso haja necessidade) no desenvolvimento de tarefas e resolução de problemas, principalmente no auxílio à reposição das “forminhas” individuais.

Para tanto, a equipe realizou a compra das caixas plásticas e das “forminhas” individuais para armazenamento dos doces, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Compra das embalagens para acondicionamento dos docinhos.



Fonte: Registro dos autores (2017).

4 SIMULAÇÃO DA ATIVIDADE

Com a preparação de todos os ingredientes, da massa para confecção dos doces e das embalagens para acondicionamento, a equipe realizou a simulação da linha de produção dos doces “casadinho” no dia 07 de dezembro de 2017, durante a aula da professora orientadora. Os postos de trabalho foram ajustados utilizando as mesas disponíveis em sala de aula, conforme apresentado pela Figura 6.

Figura 6 – Organização dos postos de trabalho para simulação.



Fonte: Registro dos autores (2017).

O posicionamento dos postos de trabalho seguiu o previsto (Figura 2), no entanto, por conta do espaço entre as mesas, optou-se por não utilizar uma mesa intermediária entre os postos, fazendo com que o trabalho da confecção fosse passado quase que “de mão em mão”. Além disso, o sexto integrante da simulação realizou o controle de qualidade da execução,

fiscalizando todos os postos de trabalho e o produto final, organizando o estoque e conferindo o posicionamento.

Iniciando a simulação, os dois postos de trabalho que retiravam a massa do recipiente e moldavam em formato esférico (Postos 1 e 2, conforme a Figura 7) tinham auxílio de uma colher, para retirada da massa, e de margarina, para que o doce não aderisse na superfície das mãos. Esses doces eram depositados em pratos individuais (um para o doce branco e um para o preto), de onde o Posto 3 pegava uma esfera de cada prato e moldava uma única esfera, dando origem ao doce “casadinho”.

Figura 7 – Postos de trabalho 1 e 2 durante a realização da simulação.



Fonte: Registro dos autores (2017).

Figura 8 – Doces sendo depositados dentro das “forminhas individuais”, previamente posicionadas dentro da caixa de plástico pelo posto 5.



Fonte: Registro dos autores (2017).

Em seguida, o Posto 3, já com a esfera moldada, colocava-a diretamente dentro de um prato com leite em pó, já previamente preparado e aguardado pelo Posto 4, que preenchia toda a superfície do doce com leite em pó e ajustava o formato esférico, depositando diretamente dentro da “forminha individual”, que já estava posicionada dentro da caixa de plástico (Figura 8). O Posto 5 se encarregava de tirar as “forminhas individuais” das embalagens, separá-las e posicioná-las dentro da caixa de plástico, preparando a chegada do doce do Posto 4. Assim,

fechava-se a caixa de plástico e colocava-se na área de estoque, a ser fiscalizada e conferida pelo Posto Rotativo (sexto integrante).

Durante a simulação foi possível perceber que nenhum posto estava sobrecarregado, com as atividades passando quase que “de mão em mão”, o que é um indicativo de efetividade da linha de produção. Observou-se que o máximo de estoque entre os Postos 1 e 2 e o Posto 3 foi de uma esfera de cada tipo (branco e preto), indicando uma efetividade entre essas atividades. Da mesma forma, o Posto 4 recebia rapidamente o doce já preparado, repassando quase que diretamente para o Posto 5.

Observou-se que os Postos 4 e 5 tinham menos demanda, em função do pouco serviço que possuíam e da rápida execução deste. No entanto, vale destacar que não seria possível unir o Posto 4 com o Posto 3 ou Posto 5, por conta que o Posto 4 tinha um acúmulo muito grande de resíduos nas mãos do integrante, o que dificultaria receber e promover e união das esferas (Posto 3) ou separar as “forminhas individuais” e acondicioná-las dentro da caixa de plástico (Posto 5).

Sendo assim, os Postos 4 e 5 ficaram subdimensionados nessa situação. Uma alternativa interessante para aumentar a produtividade seria aumentar o número de Postos 1, 2 e 3, “afunilando” posteriormente em um único Posto 4 e 5, aumentando a produtividade e o serviço desses setores.

No Posto Rotativo foi possível notar também que o produto chegava com qualidade, sendo todos os doces com um tamanho padrão e bem embalados, sendo necessários apenas alguns ajustes quanto ao posicionamento dentro da caixa de plástico. A simulação foi realizada até o término da massa dos doces, em que se confeccionou 47 doces (três caixas completas, com 12 doces, e uma incompleta, com 11 doces), no tempo de 13 minutos, 18 segundos e 20 centésimos, conforme é possível observar na Figura 9.

Figura 9 – Conclusão da simulação com confecção de 47 doces do tipo “casadinho”.



Fonte: Registro dos autores (2017).

5 CONCLUSÕES

Desta forma, o presente trabalho apresentou a proposta de uma experiência na qual se utiliza um jogo simples de montagem de doces para completar o processo de aprendizado em sala de aula. A partir do jogo realizado, os alunos podem compreender melhor os conceitos da produção enxuta, tais como simplificação das operações, tempo de ciclo, lotes pequenos,

preparação do trabalho, pacotização do trabalho, padronização do trabalho, identificação de sequências no espaço, paralelismo das operações, redução do tempo de atravessamento, diminuição do espaço de transporte, auto-regulação do trabalho pelos operários, sincronia, efeito aprendizagem e definição do caminho crítico.

Durante a simulação realizada em sala, ficou nítida a consideração de todos os conceitos aprendidos sobre linha de produção, executando as etapas da produção sempre pensando na próxima etapa, o que se tornou um bom indicativo de qualidade na saída do produto. Somado a esse fato, a observância das características de cada posto de trabalho possibilitou a visualização dos problemas e das soluções, principalmente em relação às condições de trabalho de cada posto e ao tempo de execução.

Apesar do subdimensionamento dos serviços dos Postos 4 e 5, a observação de que estes são insubstituíveis por conta da manufatura do “casadinho” possibilitou a solução de adotar mais Postos 1, 2 e 3, aumentando o ciclo de produção e a efetividades dos últimos postos de trabalho. Além disso, entende-se que a produção de 47 “docinhos” em pouco mais de 13 minutos é um tempo bom, considerando que muitos dos integrantes da equipe nunca trabalharam com esse tipo de manufatura, mas conseguiram desempenhar bem o seu serviço quando requisitados.

É importante ressaltar que todos esses conceitos só podem ser compreendidos caso ocorra um planejamento prévio efetivo de execução, utilizando adequadamente os conceitos de modo a reduzir variabilidade e aumentar a produtividade da equipe. A simulação constata a importância de estudos pilotos da linha de produção, disposição dos recursos, relação com fornecedores, polivalência dos participantes e balanceamento da quantidade de trabalho nos postos de produção, evidenciando uma simultaneidade das tarefas.

Em resumo, o mais importante é que todos os conhecimentos e a comparação entre situações adversas de trabalho são viabilizados pelo jogo sem o dispêndio de muito tempo e recursos físicos, bem como desperdício de materiais, o que seria comum em casos práticos reais.

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.

DEPEXE, Marcelo D. et al. Apresentação de um Jogo Didático como Ferramenta de Apoio ao Ensino da Produção Enxuta. **Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 4, p.140-151, nov. 2006.

SILVEIRA, J. P.; DEPEXE, M. D.; GASPARETTO, F. C.; DORNELES, J. B.; SANTOS, D. G. & HEINECK, L. F. M. **Fábrica de canetas - aprendendo conceitos de produção a partir de jogos em equipe**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, IV, 2005, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre-RS, 2005, 9 p.

SOUZA e SILVA, M. F.; BRESSIANI, L.; SAFFARO, F. A.; SANTOS, D. G. & HEINECK, L. F. M. **Sistema de produção puxado e sistema de produção empurrado: simulação através de jogo didático de montagem de canetas, associando idéias e conceitos ao ambiente**

da construção civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, III, 2003, São Carlos. Anais... São Carlos-SP, 2003, 11 p.

TUDO GOSTOSO (Brasil). **CASADINHO**. 2017. Disponível em:
<<http://www.tudogostoso.com.br/receita/22008-casadinho.html>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

SIMULATION OF A PRODUCTION SYSTEM FROM A GROUP DYNAMIC OF MANUFACTURED CANDY

Abstract: *The use of games and simulations is becoming a tool of support in the approach of productive process and the team productivity, especially because of the simulation scale. The concepts involved permeate to variability, reduction of cycle time, simplification, transparency, flexibility and balancing of activities. The goal of this research is to show an assembly line of manufactured candy like "casadinho", proving the differences between the mass production and the lean production system. The initial objective was to shape 36 candy, with division into 5 specific jobs, each position with 3 areas (reception, production and stock), as well as a rotating station to control the jobs and operationalization. It was concluded that none of the jobs were overloaded, with the activities going hands in hands with the maximum of inventory between Station 1 and Station 2 and Station 3 of a sphere of each type. The Stations 4 and 5 had less demand, because of the quick job execution, which can be an undersizing. In the Rotating Station it was noticed that the product came with quality, being all the candy of standard size and well packaged, with small corrections. The simulation was made until the end of mass, making 47 candy in 13 minutes, 18 seconds and 20 hundredths. All the knowledge and the comparison between adverse work situations are made by the game without the expense of much time and physical resources, as well as wastage of materials, common in real scale.*

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