

Proposta de melhoria no setor de embalagem de uma empresa de colchões magnéticos por meio da simulação computacional.

Henrique Gabriel Rovigatti Chiavelli (UEM) chiavellihenrique@gmail.com

Maílson José da Silva (UEM) mailsson@hotmail.com

Gilberto Junior Rodrigues (UEM) gjrodrigues2@uem.br

Generoso De Angelis Neto (UEM) ganeto@uem.br

Resumo:

Devido ao aumento da competitividade entre as empresas, a busca pelo aumento da capacidade produtiva e eliminação de desperdícios são fatores comuns entre as empresas. No entanto, antes de investir em maquinários novos e na contratação de funcionários, pode ser feita uma análise das possíveis mudanças operacionais, por meio da simulação computacional, que podem aumentar a capacidade de um sistema produtivo, sem o investimento em recursos extras. Buscando o aumento na produção no setor de embalagem de uma empresa de colchões magnéticos localizada na cidade de Maringá, Paraná, este trabalho tem como objetivo eliminar o gargalo do setor e propor melhorias por meio da simulação no *software FlexSim*. A metodologia seguida foi a construção do cenário atual, identificação do gargalo, proposição de melhorias e desenvolvimento de novos cenários dentro da realidade da empresa. Isso permitiu analisar a melhor opção entre os cenários desenvolvidos através do input da “saída”. Foi possível também visualizar se há ou não estoque em processo atrasando a produção diária, conforme a programação realizada pelo setor de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP). Com o uso do *software* de simulação *FlexSim* foi possível identificar o gargalo do setor de embalagem e propor melhorias cabíveis. Para tanto, foi necessária a construção de mais dois cenários, resultando num aumento de 85,5% na capacidade do setor.

Palavras chave: Simulação computacional, *FlexSim*, setor de embalagem, gargalo, Planejamento e Controle da Produção

Improvements proposal at the packaging department of a magnetic mattress factory using computer simulation

Abstract

Due to the increase of competitiveness among many companies, the quest for increasing capacity and eliminating wastes are common among those companies. However, before investing in new equipment and employees, an analysis of operational changes for improving capacity using computer simulation can be carried on. This analysis can be done without investing extra resources in the company. Looking for improving the yield at a packaging department of a magnetic mattress factory located in the city of Maringá, Paraná, the aim of this work is to eliminate the bottleneck at the department proposing improvements by means of simulation using *FlexSim* software. As a methodology the current scenario was determined, the bottleneck was identified, some improvements were proposed and new scenarios were developed according to the company's reality. As result it was possible to visualize whether there was or not work in process delaying daily production as determined by the Production Planning and Control department. By using the *FlexSim* software it was possible to identify the bottleneck in the packaging department and propose improvements. Therefore it was necessary to determine two new scenarios resulting in an improvement of 85.5% in the department capacity.

Key-words: Computer Simulation, *FlexSim*, Packaging Department, Bottleneck, Production and Planning Control.

1. Introdução

O cenário econômico mundial vem se modificando em decorrência dos avanços tecnológicos, da globalização, das megafusões e da maior conscientização ecológica. Tais mudanças implicam aumento da competitividade, obrigando as organizações a criarem soluções inovadoras para se manterem vivas no mercado.

Com o tempo, os métodos e tecnologias existentes acabam obsoletos ou sendo insuficientes, então o investimento em pesquisas e estudos toma frente e a quantidade de novas ferramentas e diretrizes permite que alguns conceitos e culturas sejam renovados, movimentando o setor em direção ao contínuo desenvolvimento (LUSTOSA et al, 2008).

As empresas vêm adotando mais fortemente modernas tecnologias de informação, principalmente sistemas de apoio à decisão, por auxiliar aos gestores na identificação, avaliação e comparação de alternativas operacionais. Dentre os vários aplicativos existentes, a modelagem e a simulação computacional despontam como uma das ferramentas mais fortemente utilizadas na gestão moderna.

Segundo Filho (2001), a simulação computacional de sistemas, consiste na utilização de determinadas técnicas matemáticas, empregadas em computadores digitais, as quais permitem imitar o funcionamento de, praticamente, qualquer tipo de operação ou processos do mundo real.

A simulação não é uma ferramenta mágica que substitui o trabalho de interpretação humano, mas sim uma ferramenta poderosa, capaz de fornecer resultados para uma análise mais elaborada a respeito da dinâmica do sistema. Desta maneira, a simulação permite uma interpretação mais profunda e abrangente do sistema estudado (Duarte, 2003).

Pegden (1990 apud Filho, 2001, p.3), cita que “simulação é o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação”.

Segundo Banks et al. (2005), a simulação é uma das ferramentas mais amplamente utilizada em sistemas de manufatura do que em qualquer outra área. Algumas razões podem ser enumeradas:

- a) O aumento da produtividade e qualidade na indústria é um resultado direto da automação. Como os sistemas de automação são cada vez mais complexos, estes só podem ser analisados pela simulação;
- b) Os custos de equipamentos e instalações são enormes;
- c) Os custos dos computadores estão cada vez mais baixos e mais rápidos;
- d) Melhorias nos *softwares* de simulação reduziram o tempo de desenvolvimento de modelos;
- e) A disponibilidade de animação resultou em maior compreensão e utilização dos gestores da manufatura.

A simulação computacional vem ganhando espaço no cenário industrial para a análise de sistemas complexos (SOLDING; GULLANDER, 2009). A representação de um sistema real por meio de modelos lógicos e matemáticos, que tentam representar o comportamento do mesmo, de forma lógica, acurada e através do tempo, permite prever o desempenho de uma operação e explorar diferentes cenários (PADGEN; SHANON; SADOWSKI, 1995; LAW; KELTON, 2000; ROBINSON, 2004).

Law e Kelton (2000) sugerem a seguinte sistemática para o desenvolvimento de um modelo computacional: (i) Formular o problema e planejar o estudo; (ii) Coletar dados e definir o modelo; (iii) Validar o modelo conceitual; (iv) Construir o modelo computacional e verificá-lo; (v) Executar o modelo; (vi) Validar o modelo; (vii) Especificar parâmetros da simulação; (viii) Executar diferentes simulações; (ix) Analisar os resultados; e (x) Documentar os resultados obtidos.

Os principais objetivos na simulação de um processo produtivo são o estudo dos tempos de operação, do layout utilizado, da movimentação dos materiais, de avaliação de investimento em equipamentos e processos e da capacidade produtiva (HARREL et al., 2007).

Este trabalho tem como objetivo simular, por meio do *software FlexSim*, o setor de embalagem, pois este setor apresenta um gargalo (processo de aferição) e não consegue atender a demanda diária, além de verificar se há outro processo atrasando a produção. Para isto foram levantados os dados necessários para a realização da simulação e foram elaborados três cenários no *software FlexSim*: o cenário atual e mais dois cenários melhorado de acordo com o que foi observado como sendo gargalo ou ponto crítico do setor em estudo.

2. Contextualização

Este tópico abordará sobre a empresa em geral, sobre seus sistemas de gestão e em destaque sobre o setor de embalagem, descrevendo o processo produtivo analisado e simulado.

2.1 Caracterização da empresa

A empresa em estudo iniciou com um projeto em 1999 e foi fundada em 30 de Março de 2000 na cidade de Maringá, noroeste do estado do Paraná, atuando no setor de colchões magnéticos e atualmente é líder de mercado em seu segmento. Possui cerca de 500 funcionários em sua unidade fabril possui aproximadamente 39900 m² de área e encontra-se em expansão.

A empresa possui um sistema de gestão de qualidade com certificação ISO 9001:2008, obtida em Novembro de 2004, realizada pela Bureau Veritas Certification, onde este sistema de qualidade conta com manuais de procedimentos, instruções de trabalho, tabelas de parâmetros e indicadores de desempenho, além do sistema integrado de gestão. E para completar seu sistema de gestão de qualidade a empresa possui seus produtos certificados pelo INMETRO conquistado no ano de 2013.

A empresa também possui responsabilidades socioambientais, possuindo um sistema de Gestão Ambiental com certificação ISO 14001 conquistada em Dezembro de 2007 através de muito esforço e investimentos em infraestrutura e em treinamentos, sendo a única empresa do ramo de colchões magnéticos a possuir esta certificação. Ainda na gestão ambiental, a empresa possui gerenciamento dos resíduos sólidos sendo que para 100% dos resíduos gerados é realizada a destinação adequada por empresas legalizadas e especializadas.

Para completar o seletor grupo de certificação, a empresa possui Autorização Federal de Funcionamento concedida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)/MINISTÉRIO DA SAÚDE, à qual foi concedida a autorização em 13 de Setembro de 2010, fazendo com que seus produtos possuam cada vez mais qualidade para seus clientes. Esta certificação foi em função do colchão magnético oferecer benefícios à saúde dos clientes.

2.2 Caracterização do setor

O setor de embalagem, antes de realizar os processos para embalar os colchões, é responsável por realizar a inspeção e a aferição dos colchões que saem da costura de acabamento, verificando se os colchões estão dentro dos padrões de qualidade (medidas, limpeza, costura,

entre outros) exigidos pela empresa.

O setor funciona das 8:00hs até às 17:30hs, parando para o almoço às 12:00hs e retornando às 13:15hs. Atualmente o setor possui 17 colaboradores, sendo um líder que é responsável por gerir o setor, orientando os colaboradores quais colchões têm prioridade para serem embalados, verificar as matérias primas utilizadas no setor entre outras atividades. A Figura 1 ilustra o fluxograma do setor de embalagem.

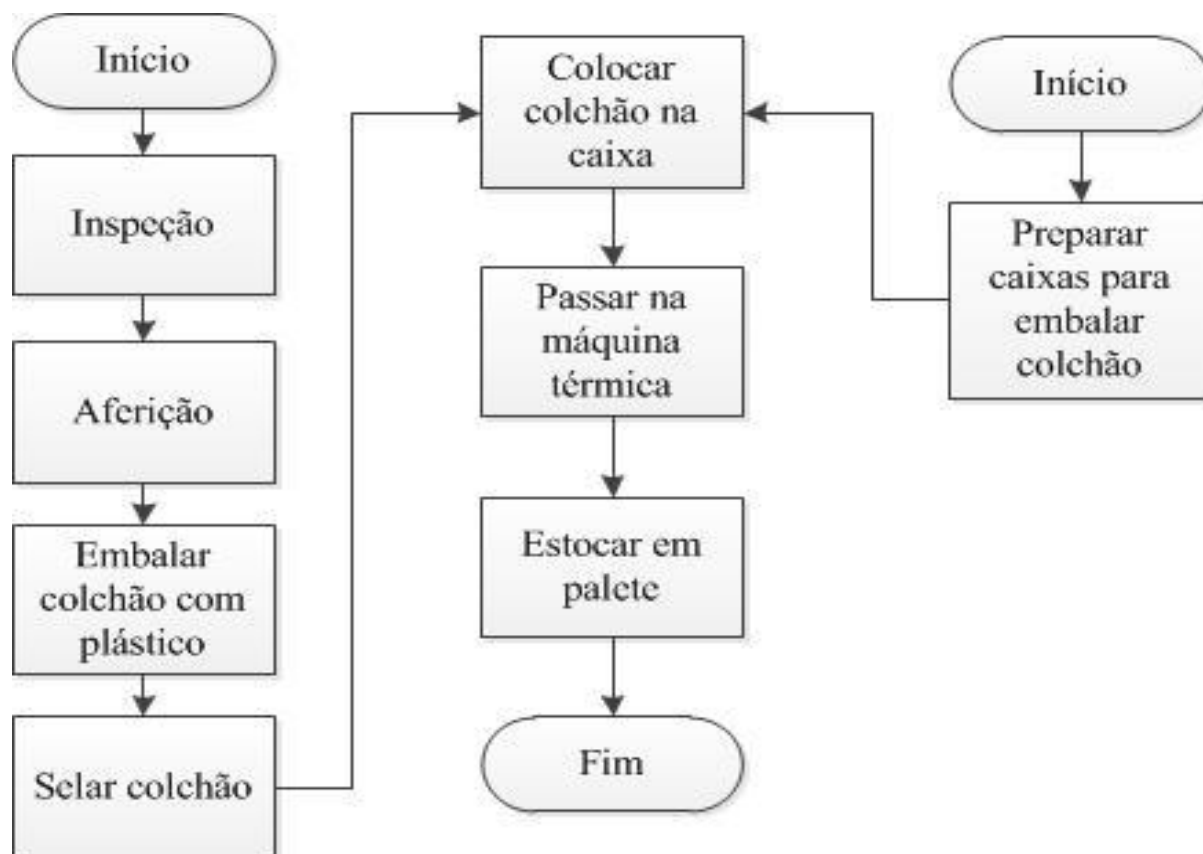


Figura 1 - Fluxograma do setor de embalagem

Para melhor entendimento de cada processo do setor de embalagem, será explicado a função de cada um. Cada processo deste setor é realizado por dois colaboradores, devido ao tamanho e peso dos colchões magnéticos.

- **Inspeção:** Verificar se o tecido e a costura dos colchões estão atendendo aos requisitos de qualidade exigidos;
- **Aferição:** Verificar se as medidas (largura, comprimento e altura) dos colchões estão dentro dos limites especificados pela empresa;
- **Ensacar:** Colocar os colchões dentro de um plástico junto com o manual do usuário e certificado de garantia;
- **Selar:** Fechar o plástico por meio de uma mesa seladora;
- **Encaixotar:** Colocar os colchões dentro de uma caixa de papelão e fecha com durex;
- **Máquina Térmica:** Colocar um plástico termoencolhível em volta da caixa e passa por dentro da máquina térmica, selando este plástico na caixa de papelão;

- **Preparar as caixas:** Processo independente e é realizado em paralelo com os outros, sendo responsável por deixar todas as caixas de papelão prontas para a produção diária conforme informado pelo setor de PPCP e repassado pelo líder do setor.

Os processos do setor de embalagem descritos acima estão na sequência, exceto o de preparar as caixas, sendo este um processo paralelo aos outros, logo o início é na Inspeção e o término na Máquina Térmica após a retirada dos colchões.

3. Resultados e discussões

Antes de realizar a simulação computacional do setor de embalagem, foi necessário fazer todo o reconhecimento do mesmo (atividades realizadas no setor, layout, fluxo do processo, quantidade de pessoas que estão no processo) afim de obter todas as informações necessárias e precisas para simular os processos. Após isto, houve a necessidade de medir todos os processos, então foi informado ao líder e aos colaboradores que haveria a cronometragem dos processos para a realização deste estudo e, conseqüentemente, propor e discutir as reais necessidades de melhorias para eliminar o gargalo e melhorar o fluxo.

Para uma maior confiabilidade nos tempos coletados, cada processo foi cronometrado 10 vezes no período de uma semana e calculado a média para cada processo, conforme o Quadro 1 mostra. O processo de preparar as caixas para embalar os colchões não foi cronometrado, pois este processo sempre atendeu a demanda solicitada e não faz parte do fluxo produtivo, ou seja, os colchões não passam por este processo.

Processos	Tempos Cronometrados (em segundos)										Média
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
Inspeção	116	121	125	119	120	122	118	120	118	121	120
Aferição	115	116	114	114	112	113	118	113	114	111	114
Ensacar	50	54	56	57	59	55	56	54	53	56	55
Selar	60	58	59	57	56	53	58	62	59	58	58
Encaixotar	56	52	55	57	61	58	56	54	55	56	56
Máquina Térmica	57	58	59	62	60	58	53	55	58	60	58

Fonte: Autoria própria (2017)

Quadro 1 – Tempos cronometrados dos processos do setor de embalagem

Após a cronometragem e o cálculo da média de cada processo, foi desenvolvido, primeiramente, o cenário atual e mais duas propostas de cenários com as melhorias realizadas.

3.1 Cenário atual

Com todos os dados necessários em mãos, foi construído o cenário atual no *software FlexSim*. A Figura 2 ilustra o setor de embalagem simulado até o final do expediente de um dia. Neste dia atendeu-se a demanda de 239 colchões, ficando estoque em processo nos Estoques 1 e 2. É possível visualizar que os processos de Ensacar e Encaixotar ficaram ociosos, logo com a simulação é possível confirmar realmente que o gargalo é o processo de Aferição.

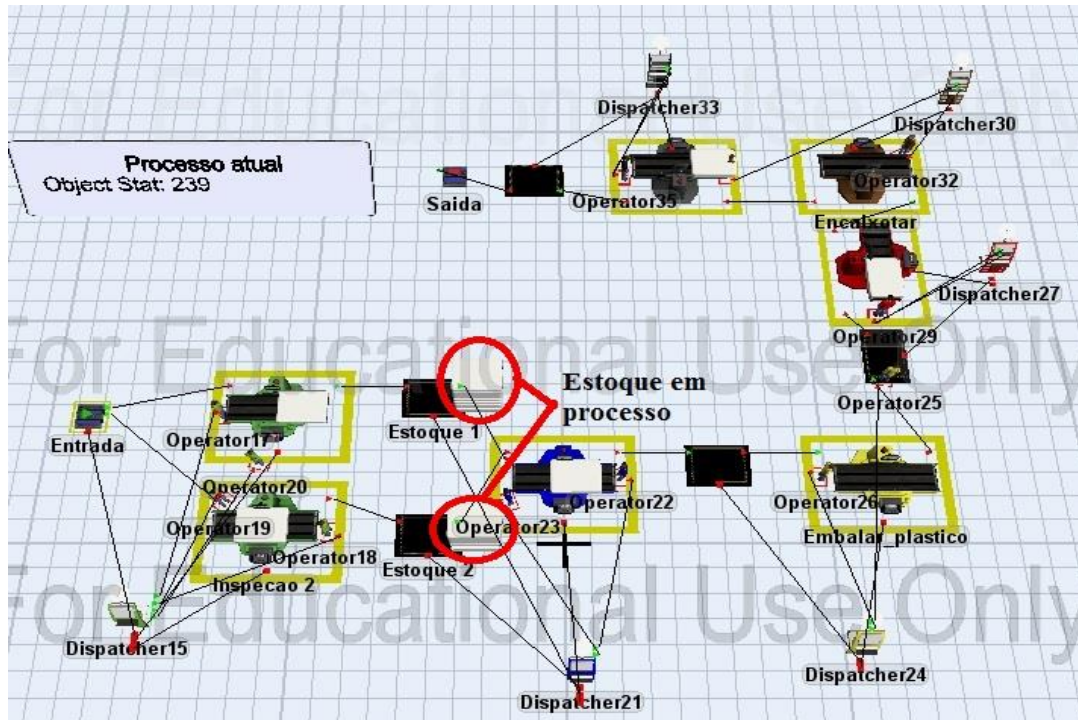


Figura 2 - Simulação do estado atual do setor de embalagem

3.2 Proposta de Melhoria 1

Com a identificação do gargalo no setor de embalagem, foi proposto a melhoria de colocar mais um processo de Aferição e simular para verificar o que aconteceria no final de um dia de trabalho. A Figura 3 ilustra esta proposta.

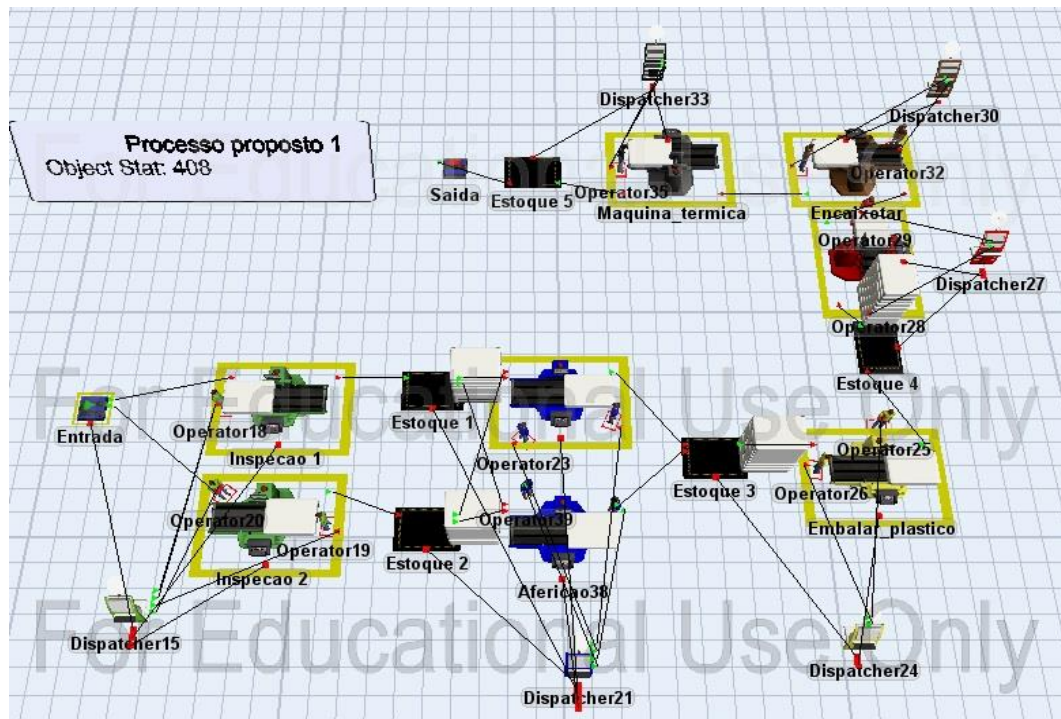


Figura 3 - Simulação com dois processos de Aferição

Após a simulação de um dia trabalhado, temos que o setor conseguiu aumentar sua demanda para 408 colchões embalados por dia, um aumento, significativo, de 70,7% (169 colchões a mais) em sua capacidade diária. Porém, podemos verificar na Figura 4 que nos Estoques de 1 a 4 ficou com estoque em processo, logo o setor com dois processos de Aferição consegue elevar sua produção significativamente, mas fica com estoque em processo em todos os outros processos. Para resolver este problema foi analisado esta simulação (para esta análise foi necessário utilizar o recurso do *software FlexSim* em diminuir a velocidade da simulação) e verificado que a causa deste problema era no processo da Máquina Térmica, a qual o operador perdia tempo em levar os colchões até a saída e atrasava os outros processos.

3.3 Proposta de Melhoria 2

Identificado o novo problema de ficar estoque em processo foi proposto colocar um operador, somente, para levar os colchões do Estoque 5 para a Saída. A Figura 4 mostra esta nova simulação.

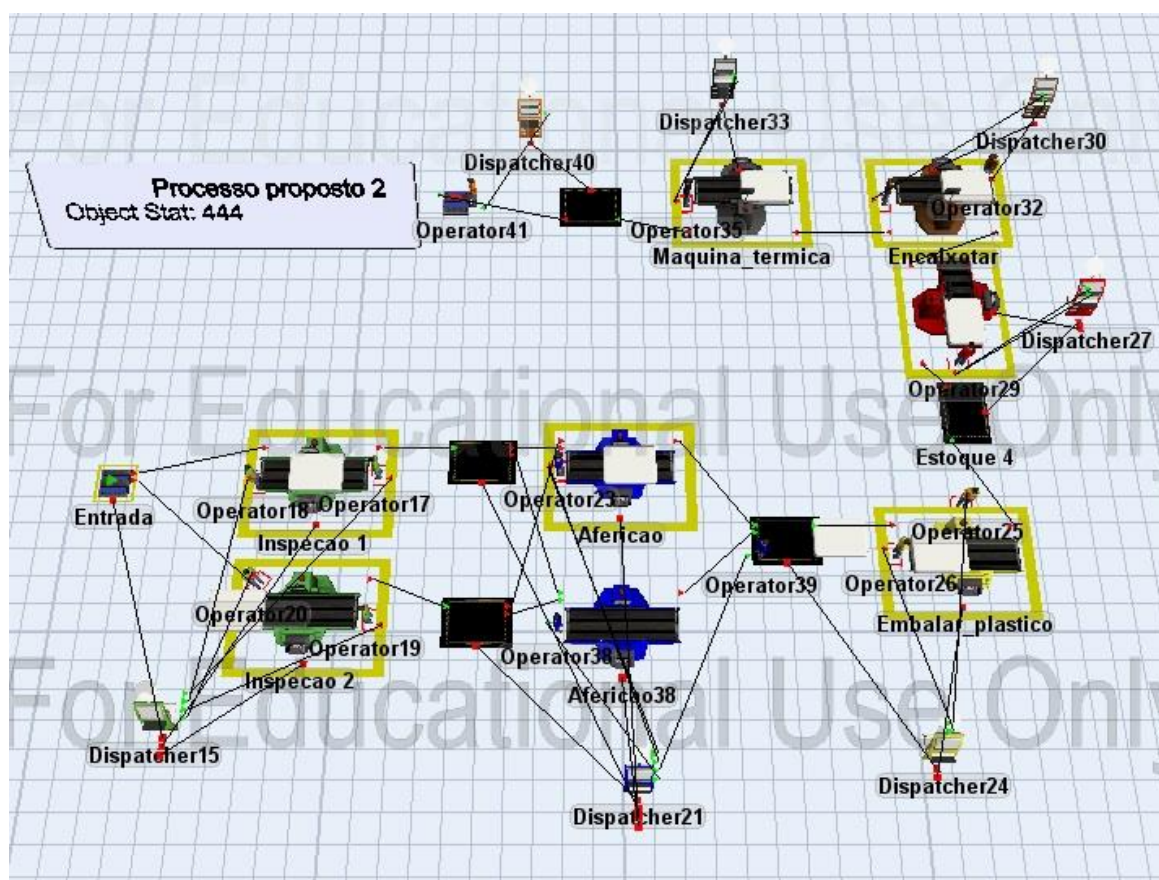


Figura 4 - Simulação da proposta 2

Com a simulação desta nova proposta de melhoria, pode-se verificar que o setor aumentou o número de colchões embalados para 444 diários, ou seja, um aumento de 85,8% (205 colchões a mais) em relação ao cenário atual e de 8,8% (36 colchões a mais) que a proposta de Melhoria 1, além de eliminar os estoques em processo.

3.4 Comparativo entre os cenários

Com a simulação computacional dos três cenários foi possível verificar o principal gargalo, os estoques e quantificar o aumento na produção do setor de embalagem com pequenas modificações de melhorias, onde o Quadro 2 mostra os ganhos com as melhorias proposta

para o setor de embalagem.

Cenários	Produção diária	Aumento na produção	% de ganho em relação ao cenário atual
Atual	239	-	-
Proposta 1	408	169	70,7
Proposta 2	444	205	85,8

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 1 – Tempos cronometrados dos processos do setor de embalagem

A simulação computacional foi mostrada aos coordenadores e gerente de produção, que perceberam a importância da utilização de um *software* para simular os processos da empresa, e aceitaram a proposta 1, em colocar mais uma mesa para realizar a Aferição, sendo solicitado ao setor de marcenaria da empresa a fabricação da mesa e a realização de treinamento de dois colaboradores para atuar neste processo. A proposta 2, em colocar mais um operador entre o Estoque 5 e a Saída, ainda está em estudo, pois primeiro irá verificar o que realmente acontecerá com a mudança da proposta 1 e, em seguida, será coletado novamente os tempos dos processos e simulado para verificar se a proposta 2 é válida.

4. Conclusões

A simulação computacional é uma ferramenta que, como visto neste trabalho, mostrou-se eficiente na identificação de gargalos. Além disso a simulação computacional pode ser utilizada para realizar alterações nos processos e no *layout* sem custo algum, sem a necessidade de movimentar máquinas, de modo a interromper a produção sem ter a confiabilidade de que as mudanças realizadas irão melhorar.

Outro ponto a ser destacado com a utilização da simulação computacional é a agilidade em simular os processos em um *software* e de realizar inúmeras simulações diferentes e verificar qual a melhor opção para a empresa. Com isto foi possível propor melhorias no setor de embalagem por meio da simulação computacional.

Sendo assim, percebemos a importância da simulação computacional, juntamente com o treinamento para os usuários do *software* utilizado para conseguir simular com confiabilidade e agilidade os processos e modificar a simulação quando necessário fazendo melhorias e desenvolvendo diversos cenários para uma empresa. Logo, a simulação computacional auxilia a tomada de decisões por meio dos cenários desenvolvidos.

Referências

BANKS, J. *Introduction to simulation. Proceedings of the Winter Simulation Conference*. Atlanta, 2000.

DUARTE, R. N. Simulação computacional: Análise de uma célula de manufatura em lotes do setor de auto-peças. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Itajubá, MG, UNIFEI, 2003.

FILHO, P. J. F. *Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena*. Santa Catarina: Visual Books, 2001.

HARREL, C. R.; MOTT, J. R. A.; BATEMAN, R. E.; BOWDEN, R. G. & GOGG, T. J. *Simulação otimizando os sistemas*. São Paulo: IMAM, 2007.

LAW, A. M. & KELTON, W. D. *Simulation modeling and analysis*. 3. ed. McGraw-Hill Higher Education, 2000.

LUSTOSA, L. J.; MESQUITA, M. A.; GONÇALVES, O. L.; OLIVEIRA, R. *Planejamento e Controle da Produção*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.



VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 06 a 08 de dezembro de 2017

PADGEN, C. D; SHANON, R. E. & SADOWSKI, R. P. *Introduction to simulation using SIMAN*. 2.ed. Nova York: McGraw-Hill, 1995.

SOLDING, P. & GULLANDER, P. *Concepts for simulation based value stream mapping*. In: Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference. Austin, 2009.