

ANÁLISE DA SIMULAÇÃO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO NO SEGMENTO DA CONFECÇÃO INDUSTRIAL COM O SOFTWARE FLEXSIM

SIMULATION ANALYSIS OF A PRODUCTION LINE FOLLOWING INDUSTRIAL CONFECTION WITH FLEXSIM SOFTWARE

Ariane Mateus Cassolo¹

Gilberto Clóvis Antonelli^{1*}

Michele Mieko Yamada¹

¹Universidade Estadual de Maringá – Centro de Tecnologia – Departamento de Engenharia de Produção - Maringá – Paraná.

*Autor para correspondência. E-mail: gcantonelli@uem.br

Resumo

É grande a dificuldade em simular uma situação real presente em uma organização, como por exemplo uma linha de produção, por possuir aspectos complexos, que envolvem variáveis aleatórias, que muitas vezes não podem ser controladas. A modelagem de sistemas utilizando a simulação computacional tem se tornado um grande aliado para o trabalho de melhoria do gerenciamento da produção. A utilização dessa técnica possibilita a visualização do funcionamento da produção, facilitando a tomada de decisão. O trabalho desenvolverá a simulação de uma linha de produção, inserida no segmento da Confeção Industrial, com o uso do software flexsim. A linha de produção segue a metodologia VAC (velocidade de atravessamento constante), em que as costureiras recebem cargas de trabalho balanceadas em ciclos de trinta minutos, o que objetiva extrair a melhor capacidade das pessoas e que todas as equipes para que trabalhem juntas no mesmo produto, assim visando o melhor resultado no fim do dia. Foram traçados dois cenários diferentes, com linha o processo composto por dez máquinas e com a proposição de uma melhoria, com o processo contendo cinco máquinas. Com isso, estudos da viabilidade do processo e das propostas de melhorias foram estudadas e analisadas neste trabalho, que trará também uma revisão de literatura sobre os principais assuntos.

Palavras-chave: *simulação computacional; tomada de decisão; FlexSim.*

Abstract

There is considerable difficulty in simulating a real present situation in an organization, such as a production line, for give complex issues that involve differents variables, which often can't be controlled. The modeling of systems using computer simulation has become a great ally to the work of improving the management of production. The use of this technique allows the visualization of the operation of production, facilitating take decision. The work will develop a simulated production line, inserted in the segment of Industrial with the Flexsim

software. The production line follows the VAC (constant speed of traversal) methodology, where seamstresses receive loads balanced work cycles thirty minutes, the objective to extract the best ability of all people and teams to work together in the same product, thus seeking the best result at the end of the day. Two different scenarios have been drawn, with the process line consists of machines and made the proposition an improvement in the process containing five machines. With this, studies of the feasibility of the process and proposals for improvements were studied and analyzed in this work, which will also bring a literature review on the main issues.

Key-words: computer simulation; take of decision; FlexSim.

1. Introdução

De acordo com Oliveira (2011), uma linha de montagem é um fluxo de um sistema de produção, onde as unidades são produzidas em operações ordenadas, alocadas em estações e alinhadas em séries. As linhas produtivas podem ser compostas por dispositivos, em geral esteiras ou correias, comumente utilizadas pelas organizações que possuem grande volume produtivo, com o objetivo de movimentar os produtos entre os processos, tornando a produção organizada, ágil e confiável.

Segundo Scholl *et al.* (2006), “uma linha de montagem consiste em estações de trabalho dispostas ao longo de uma correia transportadora, ou similar, na qual as peças são movidas entre as estações que possuem operações realizadas repetidamente e levam um determinado tempo”.

Diante da necessidade em simular um processo ou a linha de produção, pois sistemas reais possuem características complexas, uma vez que envolvem variáveis aleatórias, que na maioria das vezes não podem ser controladas, para testar e avaliar os diferentes formatos de fluxos, processos, máquinas, equipamentos e tempo de processo, é fundamental que a organização invista em formatos diferenciados de conseguir esse objetivo.

Dessa forma, a modelagem e simulação computacional apresenta-se como uma ferramenta extremamente útil para a tomada de decisões em cenários industriais complexos, auxiliando no processo decisório, simulando aspectos de processos reais de modo que estes sejam simulados e analisados sem que haja interferências no processo real.

Atualmente, são vários os softwares presentes no mercado, com o objetivo de auxiliar as organizações a modelar e simular um setor de produção, uma linha de produção, ou na proposta de melhoria de uma já existente.

Um dos softwares presentes no mercado, disponível tanto para empresa, como para ensino, muito usado na formação de profissionais de diferentes áreas, como a Engenharia de Produção, é o *software Flexsim*. Entre as suas vantagens, estão o fato de ser uma ferramenta

flexível, customizável e de plataforma aberta, que possibilita a eliminação de desperdícios e consequentemente, aumento dos lucros, além de simular um processo produtivo, nos mais variados formatos e gráficos, avaliando dessa forma, a viabilidade da implementação e/ou aquisição. O *Flexsim* utiliza orientação como objeto e faz animações em 3D.

Além do *Flexsim*, outros *softwares* de simulação são muito usados no Brasil, como *ProModel* e *Simul8*, todos de origem norte americana. O *ProModel* e o *Simul8* usam o mesmo paradigma de modelagem de fluxo de transações utilizados no *Software Arena* com algumas diferenças como a forma de fazer animações. Nos EUA existem, além desses ambientes mencionados, dezenas de outros simuladores de eventos discretos.

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver a modelagem e simulação de uma linha de produção, do segmento da confecção, com o uso do *software* de simulação *Flexsim*.

Baseado em uma empresa do ramo da Confecção Industrial, em que os processos representam a mão-de-obra direta envolvida na produção e a utilização do Sistema VAC de produção, foi desenvolvido um fluxograma da linha de produção com o uso de diferentes objetos presentes no *Flexsim*. Decorrente do estudo do tempo, fluxo, layout e maquinário, na simulação da linha de produção desenvolvida, foi possível propor melhorias no processo. Estas melhorias serão estudados neste trabalho, que esta estruturado por uma Introdução; Aplicação; Conceituação da ferramenta *flexsim* e do sistema VAC; Estudo de caso e Conclusão.

2. Aplicação

A simulação está se tornando uma das mais populares ferramentas de modelagem e análise de complexos sistemas. Ela pode colaborar com ajudando a prever possíveis problemas em campo, podendo economizar recursos financeiros da empresa.

De acordo com Harrell e Donald (2000), a simulação computacional é um recurso que ajuda na obtenção de respostas, representando diversos meios e recursos da produção ou sistema modelado, com suas relações, gerando informações que auxiliam na tomada de decisões sobre o que e quando fazer.

Para Duarte (2003), “simulação é uma imitação de situação real ou hipotética através de um modelo, podendo ser implementada através de modelagem matemática ou através de softwares, como por exemplo, *ProModel*, *Arena* e *Flexsim*”.

Com isto, foi realizado uma simulação da linha de produção no *software flexsim*, de uma empresa do ramo da confecção industrial, em peças moda praia. Diante do paradigma

inicial, foi realizado um estudo e proposto melhorias no sistema, principalmente na quantidade de máquinas. Essa análise está presente nos subitens deste capítulo.

2.1 Flexsim

Conforme Silva (2010), “A *Flexsim* foi fundada por Bill Nordgren, Roger Hullinger, e Cliff King. A empresa, chamada originalmente de *F&H Simulations*, comercializava e fornecia suporte e treinamento para o simulador *Taylor II*”.

Atualmente, empresas como *Volkswagen*, *Pfizer*, *Avon*, *Fedex*, *Alcan*, *Coca-Cola*, *Michelin*, *Boeing*, *Petrobrás*, *VALE*, *Votorantim Metais*, *FURNAS*, *Bematech*, *Bosch*, *Metrô-SP*, *Metrô-RJ*, *Itaú-Unibanco*, utilizam o simulador.

O *FlexSim* é um *software* de simulação desenvolvido com a tecnologia *OpenGL* e portanto é altamente flexível e customizável, além de ser o único *software open-source* de simulação. Apresenta uma moderna interface, *design* e inteligência focados no conceito de objetos e *flowitems* inteligentes e modelagens, como a 3D.

Conforme a própria empresa, o uso do *Software Flexsim* como simulador de processos é vantajosa por tratar de uma ferramenta flexível, customizável e de plataforma aberta, remover desperdícios e possibilitar o aumento da receita, além de simular um processo produtivo, nos mais variados formatos e gráficos, avaliando dessa forma, a viabilidade da implementação e/ou aquisição.

De acordo com Silva (2010), os objetos no *Flexsim* são classificados em dois grupos: *Fixed Resources* e *Task Executors*. Os *Fixed Resources* são objetos estacionários ou fixos, como processadores ou elementos de estocagem. Esses objetos são definidos como: *SOURCE*, *QUEUE*, *PROCESSOR*, *SINK*, *COMBINER*, *SEPARATOR*, *MULTI PROCESSOR*, *CONVEYOR*. Os *Task Executors* podem ser operadores ou sistemas de movimentação como: *OPERATOR*, *TRANSPORTER*, *ELEVATOR*, *ROBOT* e *CRANE*.

2.2 Sistemas VAC – Velocidade de Atravessamento Constante

De acordo com Nóbrega *et al.* (2003) o sistema de velocidade de atravessamento constante (VAC) foi criado por Caetano Caruso e Nélio Dias em 1989 e consolidado durante dois anos em uma Camisaria, tendo sido implantado a primeira vez na Walery Confecções em Juiz de Fora – MG em 1993. A metodologia segundo Barbora *et al.* (2011) aplica algumas técnicas de produtividade como o *Just in time*, *Kanban* e Teoria das Restrições. A proposta VAC é diminuir o tempo de produção (*lead time*), garantir previsibilidade, equilibrar a capacidade, diminuir os passivos operacionais e conferir flexibilidade à produção.

Ainda segundo Barbosa *et al.* (2011), os princípios básicos a serem alcançados na organização são: aumentar as habilidades dos trabalhadores, melhorar o clima motivacional, melhorar a qualidade dos produtos, implantar um sistema de remuneração com lucros, aumentar a lucratividade da empresa, fornecer dados consistentes em relação ao produto que está sendo confeccionado, processo seguindo o fluxo com volume e velocidades constante, diminuir o absenteísmo, diminuir estoques intermediários, produção participativa e reduzir o *lead time*.

Nessa metodologia, as costureiras recebem cargas de trabalho balanceadas em ciclos de trinta minutos, esse balanceamento objetiva extrair a melhor capacidade das pessoas e que todas as equipes trabalhem juntas no mesmo produto, assim visando o melhor resultado no fim do dia (CAMPOS, 2010).

A tarefa de que cada operador deve desempenhar é registrada em um quadro para que cada colaborador saiba o que e como deve fazer, Campos (2010) salienta que as tarefas são executadas com transparência e assim pode-se eliminar a ociosidade, os gargalos e os atrasos. Pois qualquer membro da organização tem acesso ao que está sendo produzido e a quantidade necessária para que se cumpra o ciclo.

Segundo Nóbrega *et al.* (2003), o tamanho do lote de costura é calculado após a determinação do tempo padrão que é feita a partir da cronometragem de cada operação do processo produtivo. Em relação ao tempo padrão é multiplicado um nível de ritmo para a operadora e ainda acrescentado uma tolerância de tempo ócio e tempo de preparação do *layout* (máquinas, equipamentos e *set up*). Assim, o tamanho do lote é calculado de forma a totalizar meia hora de produção a partir da seguinte expressão: $TL = (n^{\circ} \text{ de operadores} * 30 \text{ minutos}) / \text{tempo padrão}$.

Com a implantação do VAC, os setores são divididos em mini fábricas ou células que dispõe máquinas e operadores de forma que o fluxo seja contínuo, evitando retrocessos. A cada trinta minutos o material em processo é reunido novamente no carrinho e encaminhado para a operação seguinte. Caso ocorra algum problema que interrompa o fluxo, todos os operadores devem ajudar a normatizá-lo, pois não é permitido “pular” carrinhos (NÓBREGA *et al.*, 2003).

2.3 Estudo de caso

2.3.1 Contextualização da empresa

A empresa objeto do estudo é uma empresa de confecção moda praia localizada na cidade de Maringá – Paraná. Tem-se início da produção as oito horas da manhã, com pausa de uma hora para almoço e funcionamento até as dezessete horas.

O setor da costura nessa empresa é dividido em onze células, e cada uma especializada em um tipo de produto. Cada fábrica tem a quantidade de costureiras determinadas pelo setor da crono-análise e são separadas por dois times.

Os carrinhos que passam pelo processo da confecção também possuem um quadro de identificação em que é preenchido com o número da referência do produto que está sendo costurado, o número do carrinho que está passando, a quantidade de peça de cada cor e a quantidade total de peça. No carrinho, juntamente com as partes a serem costuradas, encontra-se a ordem de produção (OP), as linhas e os fios a serem utilizadas, se necessário os aviamentos e etiquetas das respectivas peças.

Após o processo de confecção das peças, quando o produto já está acabado, ele passa pelo processo de retirada da linha, realizado por operadoras através do corte de linhas auxiliado da tesoura. Para finalizar a metodologia VAC, o lote segue para o processo de revisão, onde uma operadora está apta e é especializada em analisar a qualidade da peça em relação a pontos da máquina de costura, a costura em si realizada pela costureira, o visual externo do produto e também pela análise de medidas de acordo com a ficha técnica específica para cada referência.

Por fim, o lote finalizado, inspecionado e embalado é encaminhado para a expedição através de um outro carrinho e, assim, está apto a ser comercializado.

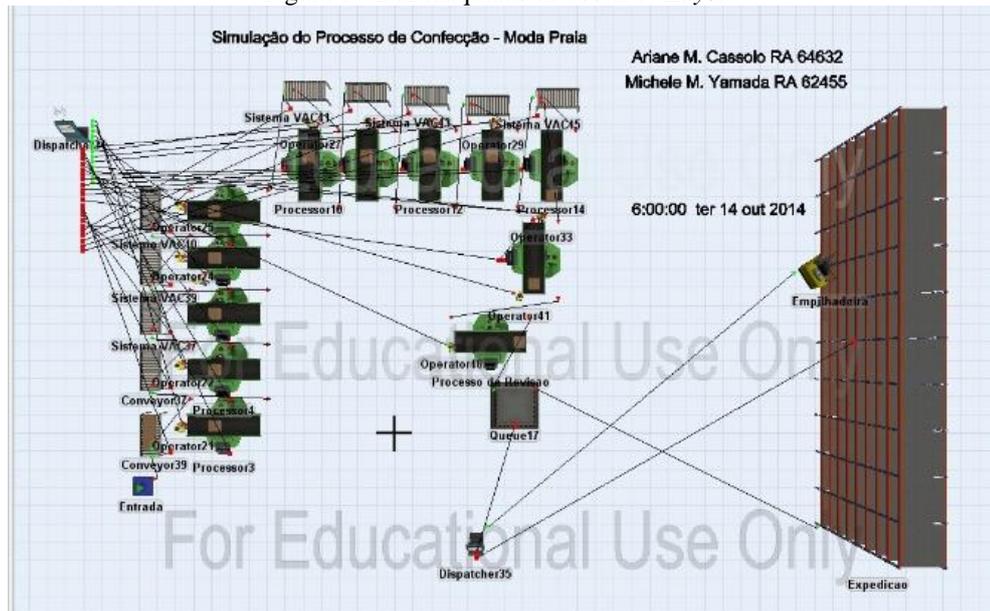
2.3.2 Simulação no *FlexSim*

A simulação no *software* do *FlexSim* foi desenvolvida com base em uma fábrica da empresa em estudo, em que essa é responsável pela linha de produção dos modelos de busto “tomara que caia e “cortininha” e, ainda, pelas tangas simples e “levanta bumbum”.

Primeiramente foi exposta uma situação considerando a linha de produção com dez máquinas no processo de costura – representadas pelo objeto *processor*, cada máquina com uma costureira – representada pelo *operator*, um processo de retirada das linhas composta por dois operadores e ainda o processo de inspeção e revisão do produto. A linha de produção está exposta da maneira como o VAC implica, ou seja, um fluxo contínuo e as máquinas liberando

um lote a cada trinta minutos. As esteiras, no modelo o objeto *conveyor*, foram alocadas exemplificando os carrinhos que são passados de meia em meia hora. A célula possui um local de espera, a fila (*queue*), onde os lotes que são finalizados são alocados para aguardo de transporte para a expedição, representada pelo *rack* e transportada pelo *transporter*. A Figura 1 traz o *layout* do processo de confecção.

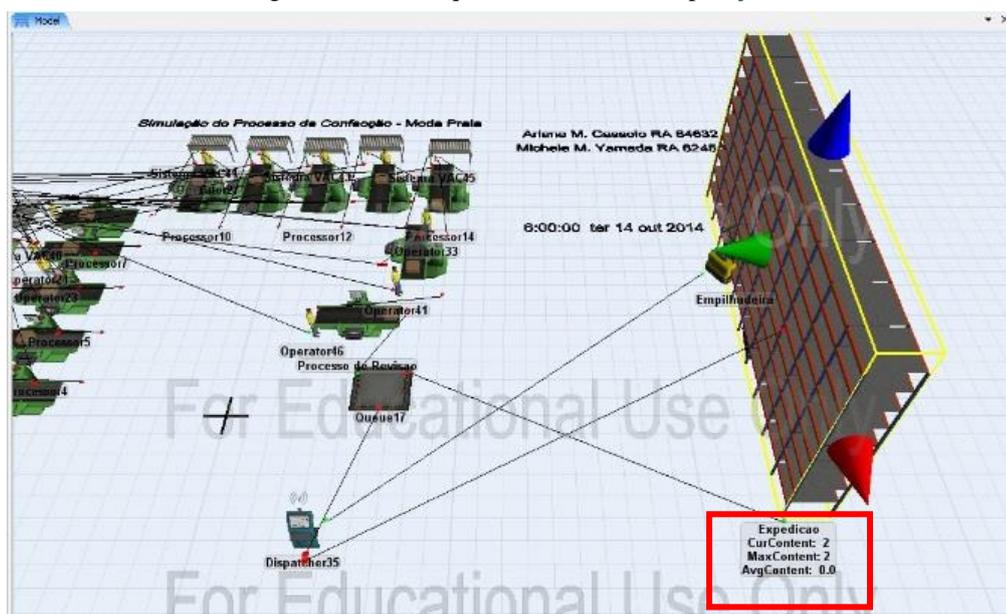
Figura 1 - Dez máquinas de costura - *Layout*.



Fonte: O Autor (2014)

Considerando o período de trabalho das oito às dezessete horas, podemos observar, como mostra a Figura 2, que a expedição houve a entrada de apenas dois lotes.

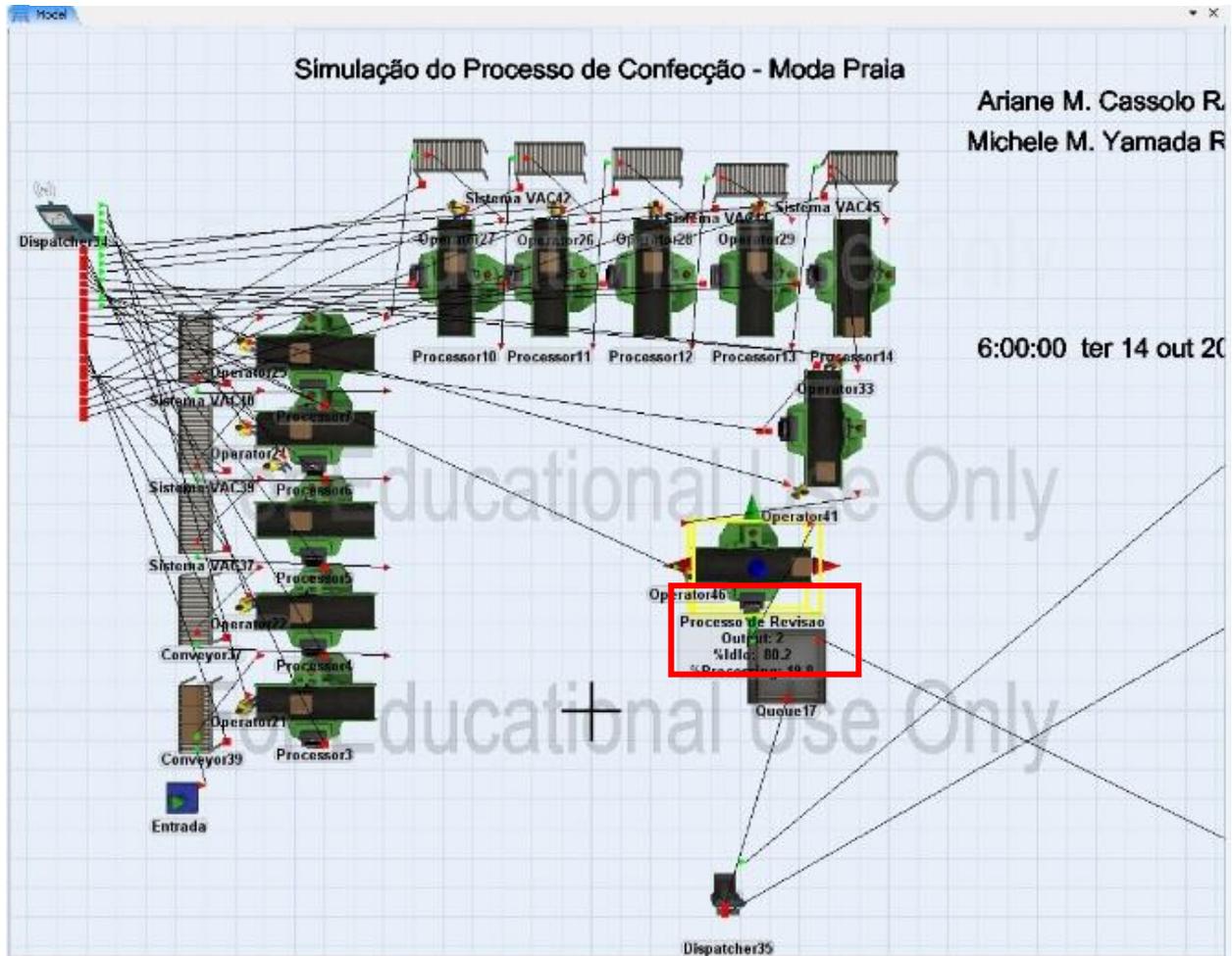
Figura 2 – Dez máquinas de costura – Expedição.



Fonte: O Autor (2014)

E ainda, analisando o processo de revisão, podemos ponderar que a operadora ficou 80,2% em tempo ócio. Como traz a Figura 3.

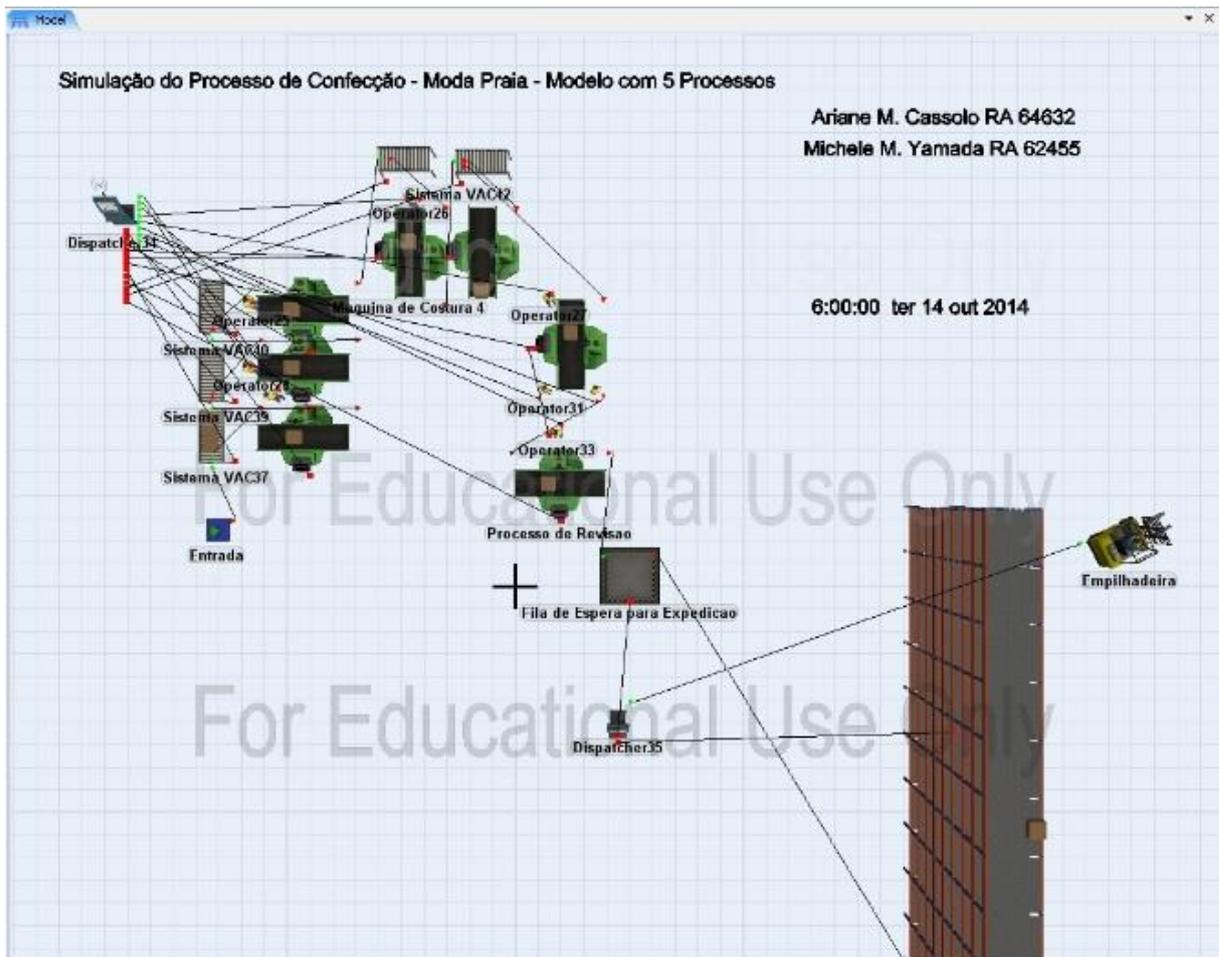
Figura 3 - Dez máquinas de costura - Processo de Revisão



Fonte: O Autor (2014)

A linha de produção foi alterada para cinco processos, cinco operadoras e mantendo o fluxo do processo de tirar as linhas, processo de inspeção e revisão e ainda a fila para encaminhar o lote para a expedição. Assim, pode ser notado na Figura 4 a seguinte configuração da simulação.

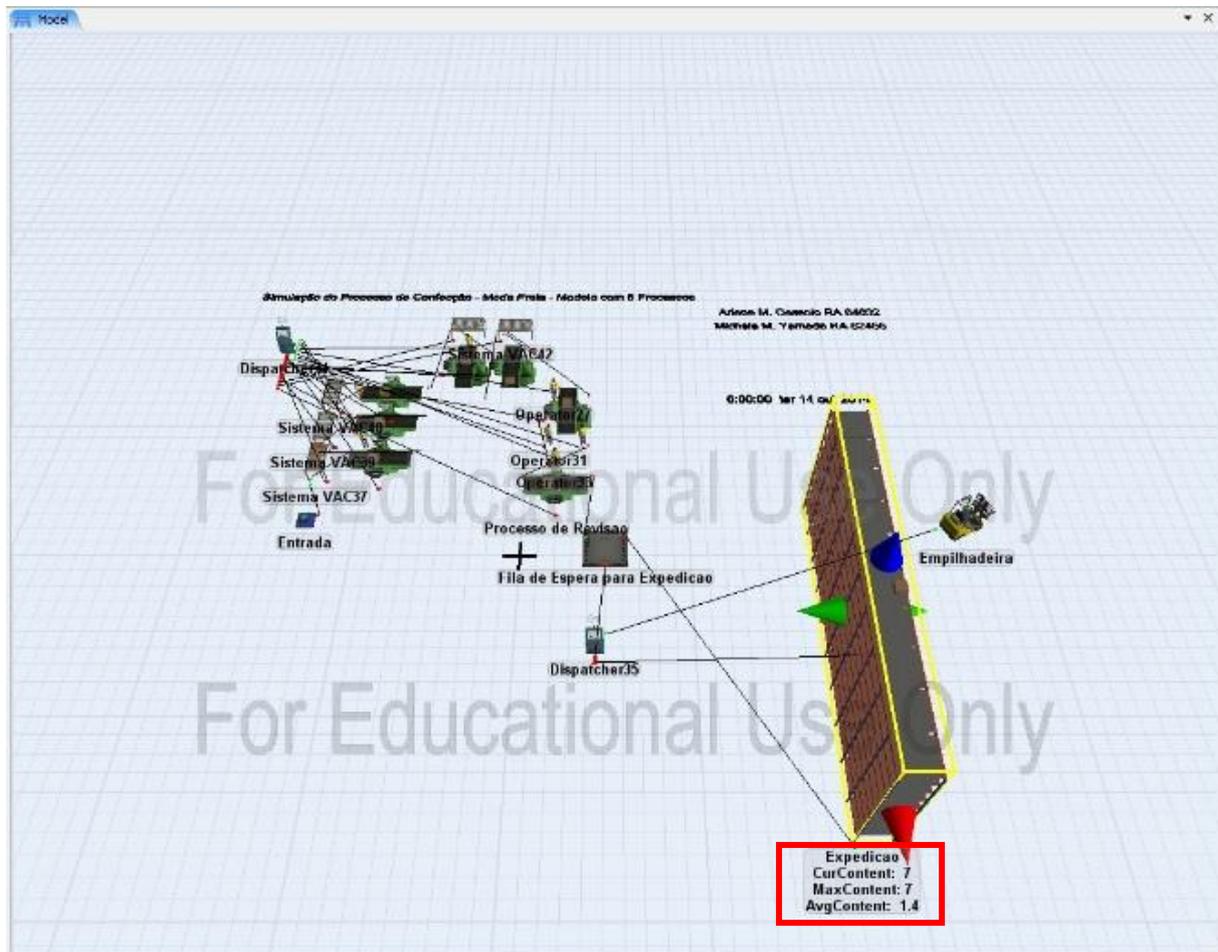
Figura 4 - Cinco máquinas de costura - *Layout*.



Fonte: O Autor (2014)

Nessa nova linha de produção, com cinco processos, houve maior liberação de lote. Ao fim do expediente, obtivemos a entrada de sete conteúdos, como exposto na Figura 5.

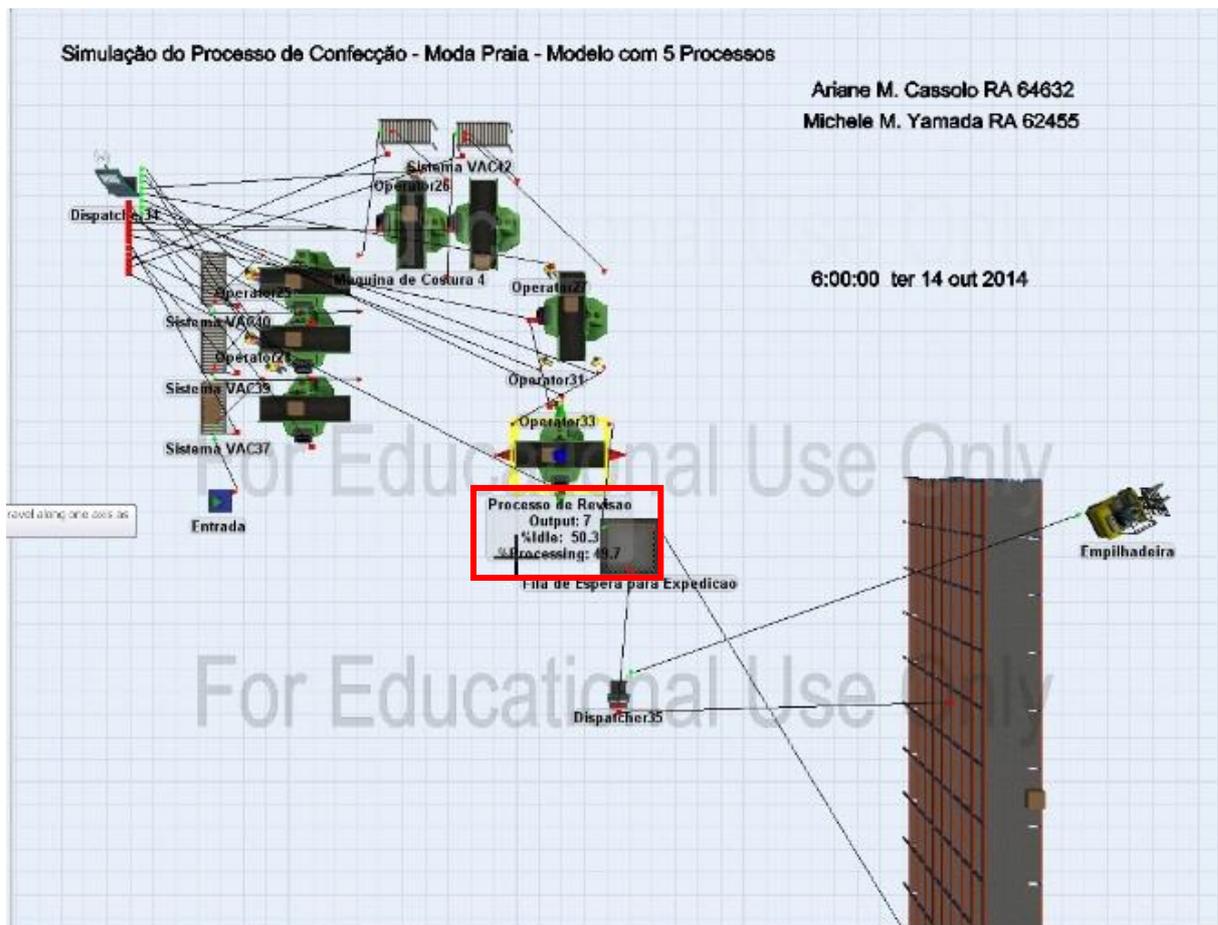
Figura 5 - Cinco máquinas de costura - Expedição.



Fonte: O Autor (2014)

A figura 6 nos traz a porcentagem de inatividade do processo de revisão, que apresenta em torno de 50,3%. Aproximadamente 30% a menos de tempo ócio do que a primeira simulação com dez processos.

Figura 6 - Cinco máquinas de costura - Processo de Revisão



Fonte: O Autor (2014)

3. Conclusão

As constantes mudanças que ocorrem no cenário mercadológico refletem diretamente na estratégia da indústria moderna, a qual, para se manter competitiva, deve atuar com rapidez e precisão nas decisões. Para isso, existem ferramentas computacionais no mercado que auxiliam como suporte à tomada de decisão, tornando o processo rápido e preciso. Nas modernas ferramentas computacionais é necessário o conhecimento e domínio dos processos, pois ele irá apresentar e representar possíveis cenários, com base nas informações que são inseridas e disponibilizadas, devendo o responsável pela viabilidade, fazer a análise, propor melhorias e optar pela melhor alternativa de simulação.

Este trabalho simulou uma linha de produção que se baseia na metodologia VAC. Nela a mão de obra responsável, no caso as costureiras, recebem cargas de trabalho a cada ciclos de trinta minutos. É objetivo do método o balanceamento entre as atividades, extraindo maior capacidade de sua mão de obra, além da exigência de coordenação e trabalho em equipe, pois uma atividade vem na sequência da outra, não podendo neste caso, um colaborador estar na função de gargalo.

Para a simulação do processo, que seguiu a método VAC, foram estipulados carrinhos, representados por esteiras, que saíam com a matéria prima a cada 30 minutos, devendo a costureira retirar os insumos os quais era de sua responsabilidade, executar sua tarefa, encaminhar o seu resultado para o carrinho novamente e encaminhá-lo para a operação seguinte.

Como foi objetivo do trabalho comparar as duas linhas de produção simuladas, em que foi exposta uma situação inicial considerando dez máquinas no processo de costura, e em seguida, uma linha de produção com cinco máquinas no processo de costura, foi possível analisar ambos os casos e as melhorias encontradas com a nova modelagem.

Na primeira situação foi considerada a linha de produção com dez máquinas no processo de costura – representadas pelo objeto *processor*, cada máquina com uma costureira – representada pelo *operator*, um processo de retirada das linhas composta por dois operadores e ainda o processo de inspeção e revisão do produto. Considerando o período de trabalho das oito às dezessete horas, é possível observar que a operadora ficou 80,2% em tempo ócio, tendo a expedição uma entrada de apenas dois lotes.

Na segunda situação, com a proposta de melhoria, foram alterados para cinco as máquinas consideradas nos processos, com cinco operadoras, mas mantendo o mesmo fluxo do processo. Mantendo o mesmo período de trabalho, das oito às dezessete horas, foi possível observar com a mudança que a operadora diminuiu o tempo ócio para 50,3%, com um aumento da entrada na expedição para 7 lotes.

Diante de todo o estudo realizado sobre o software *FlexSim* e aplicação do mesmo, simulando diferentes situações em uma linha de produção, foi possível concluir que as ferramentas computacionais surgiram para agregar valor a uma organização. Analisando a viabilidade financeira e o investimento ao implantar uma ferramenta, comparado ao retorno positivo que a mesma irá trazer a empresa, conclui-se de fundamental importância o investimento. Dessa forma, foi possível simular e comparar diferentes cenários reais, sem aumento do custo com matéria-prima e mão-de obra.

Referências

BARBOSA, P. P.; LUZ, S.; BAYER, S. C. **Aplicação de Ferramentas da Qualidade na Obtenção de Melhorias do Sistema VAC de uma Confeção Industrial**. VII EPCC (Encontro Internacional de Produção Científica), 2011.

CAMPOS, V. **Eficiência e Produtividade. Revista o Confeccionista.** Disponível em: <http://www.oconfeccionista.com.br/index.php/2010/05/13/eficiencia-e-produtividade/> Acesso em: 18 de out. de 2014.

DUARTE, R. N. **Simulação Computacional: Análise de uma Célula de Manufatura em Lotes do Setor de Auto – Peças.** 183f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Faculdade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 2003.

HARREL, C. R.; DONALD, H. *Simulation Software componente architecture for simulation based enterprise applications.* In Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference pp. 1717-21. Institute of Electrical Engineers.

NÓBREGA, M. M.; VILLAR, A. M. **O Sistema VAC como ferramenta de PCP em confecções: Estudo de caso.** ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) – Ouro Preto, MG, 2003.

OLIVEIRA, F. **Programação Inteira Binária por Branch and Bound para Rebalanceamento de Linhas de Montagem em Ambiente de Mix de Modelos de Produtos: Um estudo de caso em uma empresa da indústria automobilística.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec: Salvador, 2011.

SCHOLL, A.; BECKER, C. *State-of-the-art exact and heuristic solution procedures for simple assembly line balancing.* *European Journal of Operational Research*, 2006.

SILVA, C. T. **Simulação de Processos Industriais como Ferramenta de Apoio a Gestão de Estaleiros.** 2010. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.