# USO DE SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS NA ESTRUTURAÇÃO DE UM *LAYOUT* PRODUTIVO

Otávio Augusto Loures de Almeida[1]
Fabrízzio Condé de Oliveira [2]

**Resumo**

O presente artigo é resultado do desenvolvimento de um estudo de caso em uma indústria têxtil, onde foi analisado uma restrição de capacidade existente em sua linha de produção. O objetivo foi a análise da restrição existente, também conhecida como gargalo de produção, de modo a obter e fornecer informações com embasamento sólido e que sejam complacentes à tomada de decisão. Para atingir o objetivo, foi desenvolvido um modelo de simulação de eventos discretos, onde a situação real foi traduzida ao ambiente computacional, permitindo a análise do comportamento da produção, sendo esta originária nos teares e, a posteriori, o comportamento da linha de produção, responsável por executar serviços de acabamento aos objetos produzidos. Analisados esses comportamentos, foram traçados os mais variados cenários compatíveis com a realidade vivenciada pela empresa, de modo a extrapolar as alternativas existentes e propiciar um investimento que reduzisse o gargalo existente e proporcionasse um fluxo de produção balanceado. Para o alcance da uniformidade almejada, foram acrescentados novos servidores nos pontos definidos como críticos; durante a avaliação do novo cenário foi possível identificar que o modelo passou a apresentar menor taxa de fila de peças aguardando processamento, redução da taxa de utilização e da discrepância antes existente na frequência de utilização dos servidores. Desta forma pode-se afirmar que se obteve êxito na realização do trabalho frente aos objetivos vislumbrados.

**Palavras-chave:** Simulação de Eventos Discretos. Gargalo. Indústria Têxtil.

[1]ALMEIDA, Otávio Augusto Loures de. Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção – UNIVERSO/JF, Juiz de Fora - MG.
[2]OLIVEIRA, Fabrízzio Condé de. Doutor em Modelagem Computacional - UFJF, Juiz de Fora - MG.

## 1 Introdução

Frente ao ambiente dinâmico onde o mercado se torna cada vez mais competitivo, produtividade passa a ser essencial para evitar a entropia da organização. Porém, para que haja a produtividade necessária, os sistemas de produção sofrem exigências constantes levando os participantes do processo produtivo ao seu limite e potencial desgaste, onde a reação desta exigência pode ser convertida em vários fatores que impactam negativamente, proporcionando o aumento da distância até objetivo definido e desejado pela organização; onde, um destes fatores será discutido ao longo deste trabalho.

Segundo Slack *et al* (2009) a produção envolve um conjunto de recurso, que entram no sistema produtivo (*input*), estes passam por processo de transformação e agregação de valor que dão origem as saídas (*output*), por essa transformação pode ser originado bens e serviços.

Roccato (2010), contribui ao afirmar que, durante as etapas do sistema produtivo podem ser encontrados vários fatores que implicam no desenvolvimento dos processos. Sendo um deles, limitações de capacidade no decorrer da linha produtiva, conhecida como "gargalos".

O objetivo deste se dá em transcrever ao ambiente computacional o atual cenário vivenciado em uma Indústria Têxtil, localizada em Juiz de Fora – MG, de modo a expor através um embasamento científico a etapa responsável pela geração e aumento do gargalo, hoje existente entre os setores de malharia e *seamless*. Posteriormente, traçar e executar cenários, de modo a reduzir a restrição de capacidade presente fazendo-a atingir níveis toleráveis e, proporcionar um fluxo contínuo e balanceado de produção.

## 2 Metodologia

Para este estudo de caso, foi estruturado um modelo de simulação, onde o primeiro passo foi a análise da disposição física das pessoas e máquinas. O segundo passo foi a cronometragem dos tempos de execução dos serviços de cada uma das máquinas em cada uma das etapas que constituem o processo produtivo. O terceiro passo foi o levantamento de produção diária, atrelado à eficiência de produção dos teares e, posteriormente, foram realizados cálculos para estimar quais seriam as médias de produção diária proporcionais à eficiência dos teares desejada pela empresa. O quarto passo foi análise do estoque de produto em processo resultante do confronto entre produção e absorção pela linha de produção; onde

para a execução do terceiro e quarto passo os dados utilizados foram gerados em um intervalo de noventa dias. Para avaliação do cenário atual constituiu-se em analisar o tempo de serviço de atendimento (tamanho da fila).

A ferramenta utilizada para análise do comportamento do cenário em questão foi o *software* Arena®. Esse *software* utiliza um conjunto de blocos (módulos) necessários para descrever uma aplicação real e com funcionamento e comandos de uma linguagem de programação. Os elementos básicos utilizados por ele são as entidades e o fluxo que representa o caminho a ser percorrido por elas (PRADO, 1999).

## 2.1 Área de Estudo

Iniciada a pouco mais de trinta anos, a empresa concedente à realização do estudo está localizada na cidade de Juiz de Fora – MG, e tem como mercado de atuação o segmento de moda íntima.

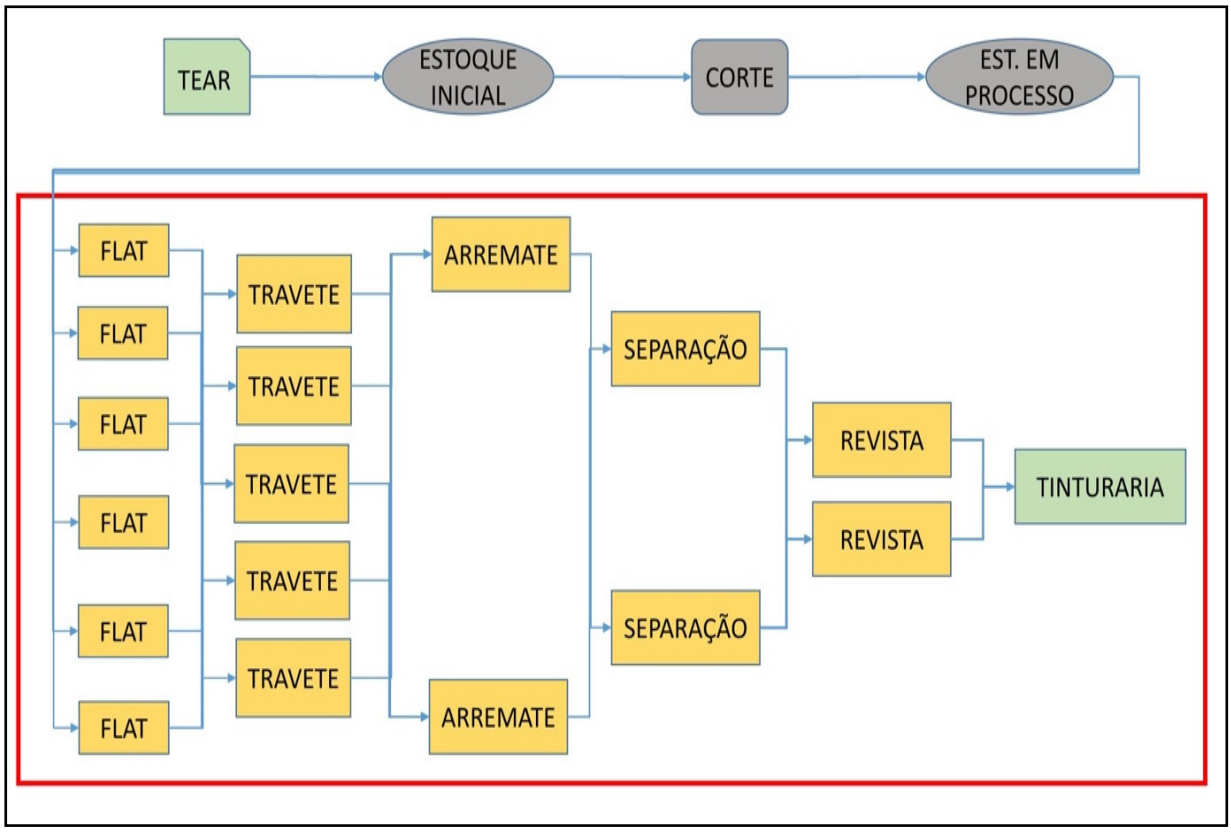
No começo de sua história, os produtos ofertados eram cuecas costuradas, construídas totalmente de maneia manual. Porém, ao longo dos anos, diante de um mercado cada vez mais exigente e com capacidade de absorção cada vez maior, os métodos utilizados para a produção já não se faziam suficientes frente ao que era exigido, gerando assim, a necessidade de evolução dos processos produtivos.

Durante os anos de sua jornada no mercado, a empresa passou por diversos processos de evolução e aprimoramento de sua produção. Hoje atende aos públicos, masculino, feminino e infantil, e seu produto está disponível em cadeia nacional em duas versões: com produtos costurados, os quais foram a base de sustentação do negócio, e produtos sem costura, produzidos a partir de teares.

Para seu pleno funcionamento a empresa conta com um quadro de mais de duzentos funcionários e é caracterizada como de grande porte.

## 2.2 Descrição do Processo Produtivo

Os produtos sem costuras originam-se a partir de teares, conforme as ordens de produção geradas pelo setor de planejamento e controle. Uma vez que essas ordens de produção são concluídas, os produtos produzidos saem do setor denominado como malharia e seguem até um estoque inicial, onde são previamente analisados, de modo a confirmar se as




ordens de produção realmente foram produzidas pelo setor conforme solicitado, onde posteriormente serão encaminhados ao setor denominado de *Seamless*.

O setor *Seamless*, é responsável por realizar procedimentos de corte, acabamento e revista do produto produzido, para analisar se o mesmo está em conformidade com o exigido. Sendo assim, o setor é composto de seis etapas de processamento, sendo a primeira, a etapa de corte. Esta etapa é caracterizada como a mais rápida do processo, e devido a sua velocidade, os produtos processados por ela são destinados a um segundo estoque, sendo esse, de produtos em processo. Este, por sua vez faz-se necessário devido a proporcionar uma margem de segurança e não interromper o fluxo de produção no setor, porém, o mesmo deve ser administrado em níveis mínimos (Figura 1).

O aumento da produção era notório e, consequentemente, o aumento gradativo deste estoque de produto em processo após a etapa de corte, gerando a necessidade de um estudo detalhado, para identificar o ponto real com restrição de capacidade dentro do setor, e analisar posteriormente se, após o tratamento desta restrição de capacidade, outras etapas passariam a apresentar deslinearização em relação a produção e gerando uma nova necessidade de tratamento.

**Figura 1**: Fluxograma da entrada e saída de peças no *layout* atual
**Fonte:** Os autores (2017)

# 3 Desenvolvimento

## 3.1 Referencial Teórico

Um resumo teórico será apresentado sobre administração da produção e simulação de eventos discretos, além dos métodos utilizados para fornecer embasamento às atividades desempenhadas.

Considerada a realidade contemporânea na qual estamos inseridos, a produção está intimamente ligada à produtividade e para elevar a mesma, os sistemas de produção são desenvolvidos com complexidade equiparada ao grau de necessidade.

O estudo em questão tem como linha central a produção de bens e serviços, que abrange um contexto maior, e faz referência à administração da produção.

### 3.1.1 Administração da Produção

Slack *et al* (2009) define Administração da produção como composta por quatro funções, sendo elas: Desenvolvimento, Marketing, Produção e Financeira.

Chiavenato (1991) ressalta que as empresas adotam o sistema de produção com intuito de desenvolver produtos da melhor maneira possível atingindo pontos de eficiência e eficácia, almejando uma efetividade desejada.

Desta forma, Slack *et al* (2009) define produção como transformação da matéria prima em produto acabado, com o objetivo de fornecer bens ou serviços ao mercado, de modo a atender a demanda imposta por ele. É importante ressaltar que para alcançar este objetivo, se faz necessário o gerenciamento dos recursos de forma adequada ao processo produtivo, que devem ser utilizados para desenvolvimento do produto ou serviço em questão.

Para que a produção seja de fato efetiva, o Plano Mestre de Produção busca emparelhar ela juntamente a demanda, buscando traçar rotas de produção que proporcionem o menor custo possível, analisando as alternativas existentes e previamente selecionadas (MOREIRA, 2008).

Mesmo diante do objetivo de conciliação entre demanda e produção, problemas inerentes às adversidades do ambiente afetam tal desempenho. Visando uma adequação à demanda, as empresas buscam reduções constantes em estoques de produtos em processos e de produtos acabados. O desejo pelo alcance de tal redução, afeta diretamente a necessidade

do aumento de desempenho de máquinas e pessoas, que por muitas vezes não são alcançadas e acabam elevando os índices de estoques (MOREIRA, 2008).

A este respeito, Pessoa (2003) ressalta que os problemas originados pelo excesso ou escassez de capacidade produtiva é comum em todas as empresas e podem ser reduzidos através de um melhor dimensionamento de aplicação de investimentos em máquinas e equipamentos. Entretanto, ressalta que para proceder um adequado dimensionamento deste investimento em máquinas e equipamentos, é fundamental que o "gargalo" do processo produtivo seja identificado.

### 3.1.2 Gargalo de Produção

O gargalo é a etapa mais lenta numa cadeia produtiva, podendo ser consequência de vários fatores. Para que exista uma sincronia do sistema de produção é necessário que todos os setores da empresa estejam em sintonia. Porém, nem sempre é tão simples manter um sistema produtivo balanceado, e para isto a simulação de eventos discretos auxilia na identificação e na construção de alternativas adequadas para esses processos com deficiência de produtividade (CHRISTOPHER, 1999).

As empresas são originadas com o intuito de gerar lucro e para que este objetivo primário seja atendido uma série de quesitos devem ser planejados. Esse é o fator chave para uma longa vida no mercado, dentre os requisitos a serem atendidos estão: a qualidade de seus produtos e serviços e a busca pelo aumento de produtividade, visando sempre o seu crescimento no mercado atrelado a satisfação do cliente (SLACK *et al*. 2009).

Porém, para alcançar tais objetivos supracitados, o sistema produtivo pode encontrar vários fatores que implicam no desenvolvimento e posteriormente o seu alcance. Esses fatores são conhecidos como gargalos, que são obstáculos encontrados normalmente na linha produtiva onde acabam prejudicando o alcance da produtividade. Os problemas recorrentes ao excesso ou escassez da capacidade produtiva é algo comum em todas as empresas. No entanto, para que haja um proceder adequado do redimensionamento do investimento permanente é fundamental a identificação do gargalo existente no processo produtivo (PESSOA, 2003).

Para que exista uma sincronia na cadeia produtiva é necessário que os setores estejam numa constante sintonia. Em geral, os pontos de gargalos são facilmente notáveis e difíceis de serem eliminados, e a resolução de problemas como esse é crucial para manter e elevar o nível de competitividade da empresa (SLACK *et al*. 2009).

### 3.1.3 Simulação de Eventos Discretos

A simulação pode ser compreendida como uma imitação do sistema real, através de um modelo computacional para avaliação e melhoria de desempenho (HARREL *et al*., 2000). Essa imitação é uma importação para um ambiente controlado e seu comportamento pode ser estudado e manipulado de várias formas para adequar-se a várias condições necessitadas, sem a presença de riscos ou custos (LAW & KELTON, 1991).

Banks (1998) define a simulação como uma história artificial estruturada a partir da realidade vivenciada e, com base nesta, são feitas inferências e observações nas características do sistema real.

Conforme Banks *et al*. (2005), a maior contribuição proporcionada pela simulação é a segurança e a possibilidade de obter uma visão geral (macro) a partir do efeito de uma pequena alteração (micro) no sistema produtivo. Com isso, a simulação proporciona benefícios, tais como: aumento de produtividade, redução de tempo que as peças aguardam para processamento, redução dos estoques em processos, crescimento da taxa de utilização dos equipamentos e funcionários, aumento de entregas no tempo certo, garantias de que o projeto do sistema proposto irá operar conforme o esperado.

A utilização da simulação vem crescendo entre as empresas e companhias. Com interfaces gráficas mais harmoniosas em paralelo com resultados cada vez mais detalhados e precisos que os métodos tradicionais, onde passam a permitir que analistas dos mais diversos segmentos utilizem essa técnica para atenderem os mais variados objetivos das indústrias, tais como: redução de custo, aumento de performance, melhorias, auxilio na tomada de decisão, dentre outros (FREITAS, 2008; VIEIRA, 2006).

## 3.2 Discussão / Resultados

O modelo foi construído no software Arena, onde cada execução durou oito horas de trabalho por dia e executado dezessete vezes, para aumentar a confiabilidade dos indicadores de desempenho adotados tais como: o tempo de espera médio da fila, o tamanho médio de cada fila e a utilização de cada servidor. Os módulos do Arena utilizados para representação do sistema produtivo real estão indicados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Descrição dos parâmetros do modelo

| **Processo** | **Módulo do ARENA** | **Distribuição de probabilidade** | **Parâmetros de tempo (segundos)** |
|---|---|---|---|
| Chegada das peças | Create | CONSTANTE | 420 segundos |
| Processo Flat | Process | TRIANGULAR | Mínimo = 10,19<br>Médio = 12,51<br>Máximo = 16,87 |
| Processo Travete | Process | TRIANGULAR | Mínimo = 4,34<br>Médio = 6,75<br>Máximo = 7,52 |
| Processo Arremate | Process | TRIANGULAR | Mínimo = 2,76<br>Médio = 3,53<br>Máximo = 3,86 |
| Processo Separação | Process | TRIANGULAR | Mínimo = 2,54<br>Médio = 3,73<br>Máximo = 4,27 |
| Processo Revista | Process | TRIANGULAR | Mínimo = 2,45<br>Médio = 3,14<br>Máximo = 4,1 |
| Processo Embalagem | Dispose | - | - |

**Fonte**: Os autores (2017)

De acordo com a Tabela 2, percebe-se que o processo Flat é o gargalo do modelo da situação atual, com tempo médio de espera na fila igual a 2,64 minutos o obtido através da média realizada com base no tempo médio de espera na fila. Isso se deve primeiramente ao fato de que o grupo Flat é dividido em dois grupos, sendo composto por pessoas com uma determinada experiência e com máquinas mais modernas e outro em ritmo mais lento com máquinas pouco mais antigas. Para este processo se faz necessário certo grau de destreza para poder inserir e manusear a peça na máquina com precisão e rapidez. Por estas razões foi identificado esta etapa como sendo o gargalo do processo produtivo.

**Tabela 2**: Resultados da simulação referentes à situação atual

| Processo avaliado | Comprimento médio da fila* | Tempo médio de espera na fila (minutos) | Utilização do servidor (%) |
|---|---|---|---|
| **Flat1** | **2,2312** | **3,2454** | **0,6295** |
| **Flat2** | **2,0381** | **2,8818** | **0,5918** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Flat3** | **1,9587** | **2,6633** | **0,5450** |
| **Flat4** | **4,8761** | **6,5834** | **0,8818** |
| **Flat5** | **4,4818** | **6,0719** | **0,8969** |
| **Flat6** | **16,4027** | **23,445** | **1** |
| Travete1 | 0,0048 | 0,0057 | 0,0982 |
| Travete2 | 0,0054 | 0,0062 | 0,1003 |
| Travete3 | 0,0083 | 0,0101 | 0,1104 |
| Travete4 | 0,0058 | 0,0066 | 0,1175 |
| Travete5 | 0,0033 | 0,0039 | 0,0758 |
| Arremate1 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0203 |
| Arremate2 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0175 |
| Separação1 | 0,0456 | 0,0107 | 0,3285 |
| Separação2 | 0,0569 | 0,0133 | 0,3621 |
| Revista1 | 0 | 0 | 0,0624 |
| Revista 2 | 0 | 0 | 0,0612 |

**Fonte**: Os autores (2017)

Após a execução do modelo e identificada as características da formação de fila, foi desenvolvida uma proposta de melhoria para o setor. A proposta tem como objetivo o aumento da capacidade de processamento, redução das filas, redução da sobrecarga nos servidores existentes, uniformidade na utilização dos servidores e redução do estoque de produtos em processo (Figura 2).

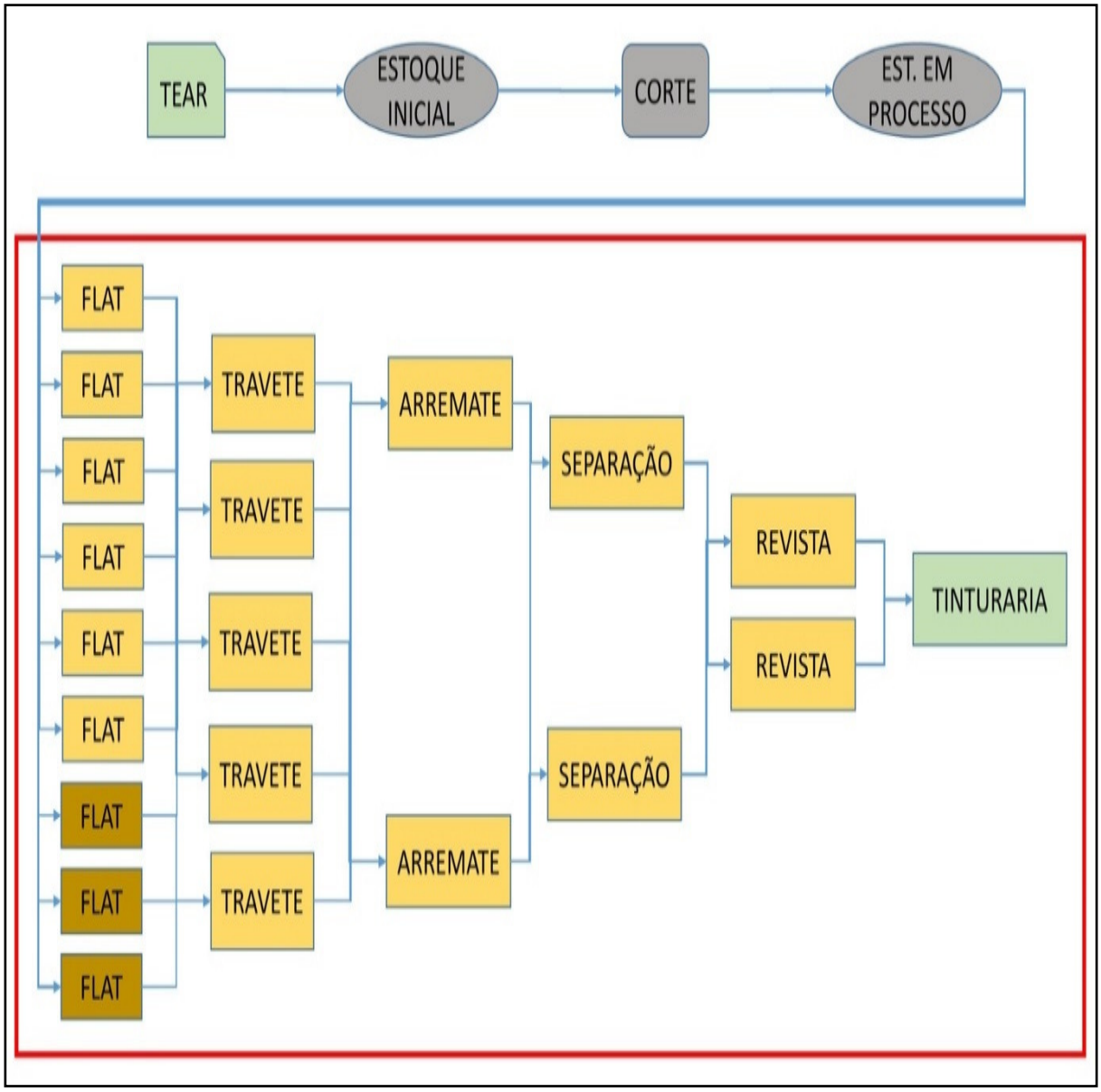



**Figura 2**: Fluxograma da entrada e saída de peças no *layout* reestilizado
**Fonte:** Os autores (2017)

Através do novo modelo desenvolvido, de acordo com a Tabela 3, percebe-se que o processo Flat não é mais o gargalo do modelo da situação proposto com tempo médio de espera na fila igual a 0,25 minutos. Isso se deve ao fato da adição de novos servidores que passaram a compor o modelo, como um terceiro grupo, agora completando um total de nove máquinas Flat. Os novos servidores passaram a proporcionar equilíbrio em relação a produção diária dos teares, bem como capacidade de absorção das peças paradas em estoque de produto em processo.

**Tabela 3**: Resultados da simulação referentes à situação proposta

| Processo avaliado | Comprimento médio da fila* | Tempo médio de espera na fila (minutos) | Utilização do servidor (%) |
|---|---|---|---|
| **Flat1** | **0,2095** | **0,4138** | **0,0881** |
| **Flat2** | **0,1746** | **0,3898** | **0,0819** |
| **Flat3** | **0,1864** | **0,3841** | **0,0790** |
| **Flat4** | **0,2749** | **0,5737** | **0,1218** |
| **Flat5** | **0,2742** | **0,5850** | **0,1187** |
| **Flat6** | **0,3218** | **0,6357** | **0,1261** |
| **Flat7** | **0,2135** | **0,4379** | **0,0890** |
| **Flat8** | **0,2034** | **0,4398** | **0,0842** |
| **Flat9** | **0,1993** | **0,4197** | **0,0845** |
| Travete1 | 0,1157 | 0,1310 | 0,1025 |
| Travete2 | 0,0879 | 0,1014 | 0,1016 |
| Travete3 | 0,1330 | 0,1557 | 0,1142 |
| Travete4 | 0,1193 | 0,1414 | 0,1128 |
| Travete5 | 0,0352 | 0,0414 | 0,0739 |
| Arremate1 | 0,0012 | 0,0005 | 0,0193 |
| Arremate2 | 0,0012 | 0,0005 | 0,0188 |
| Separação1 | 0,1686 | 0,0797 | 0,1279 |
| Separação2 | 0,1778 | 0,0813 | 0,1278 |
| Revista1 | 0,0158 | 0,0118 | 0,0775 |
| Revista 2 | 0,0167 | 0,0125 | 0,0793 |

**Fonte**: Os autores (2017)

Através da Figura 3 se pode compreender um comparativo e o efeito da adição das novas máquinas. Na antiga taxa de fila, pode ser visto que processos como, travete, arremate, separação e revista, não chegam a gerar fila, ou seja, nestas etapas, não chega a existir produtos aguardando processo.

No processo flat, esse índice já é diferente, o modelo desenvolvido aponta que nesta etapa existe uma restrição de capacidade produtiva, indicando a existência de fila, ou seja, peças que estão paradas em processo aguardando execução.

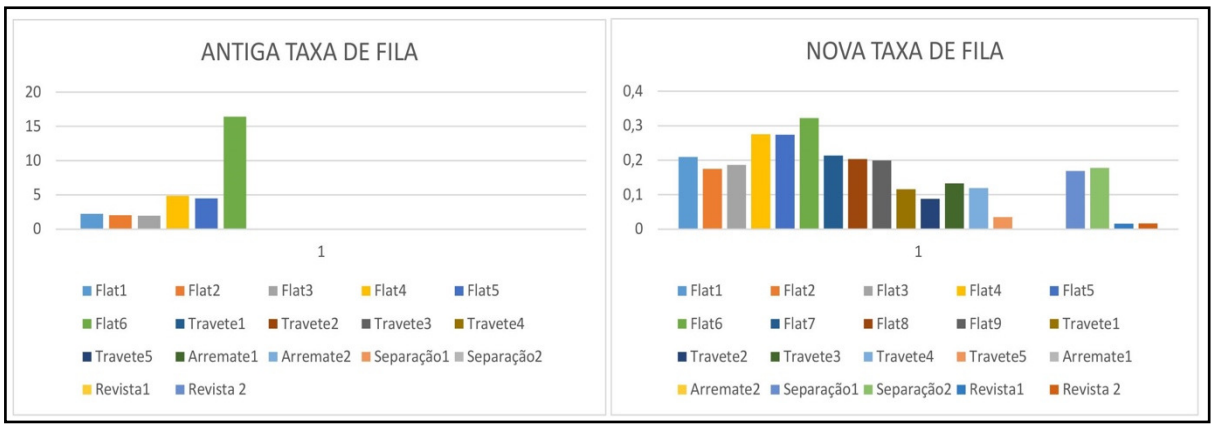
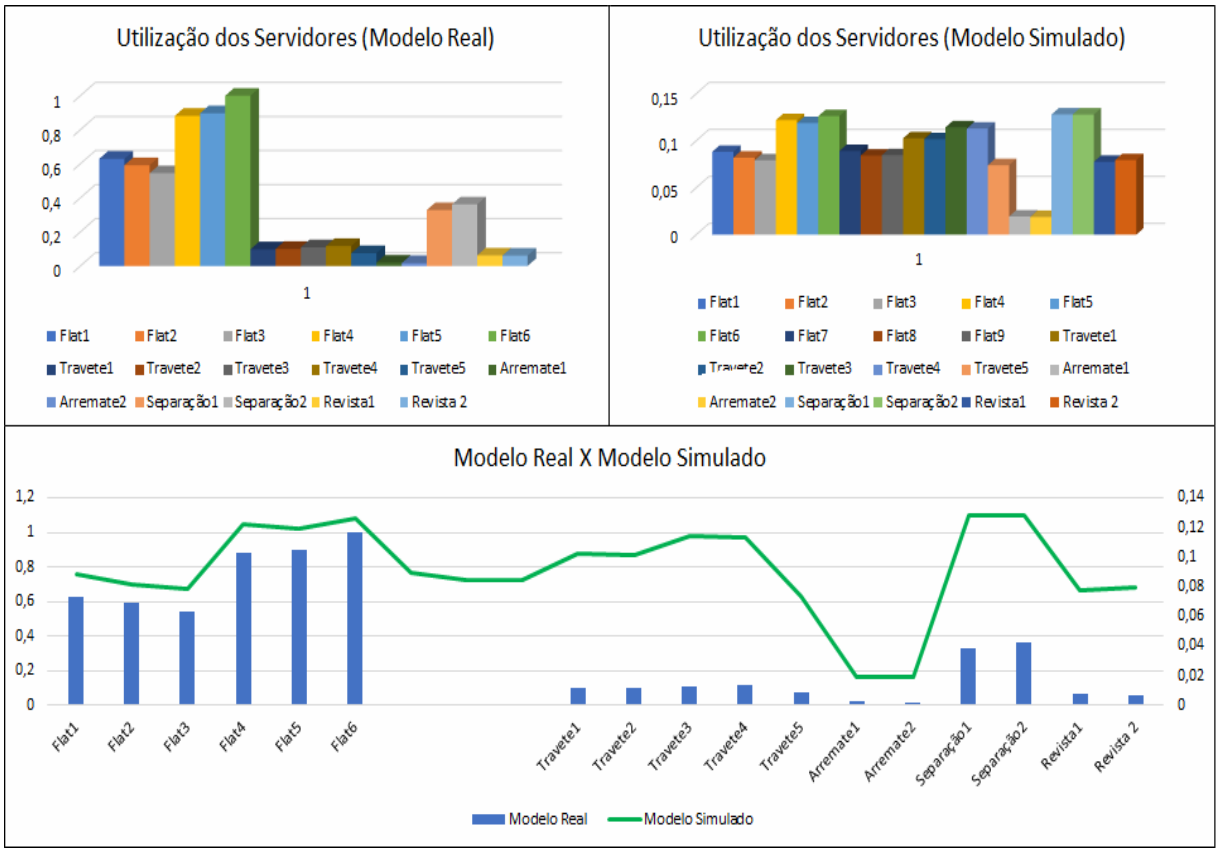



**Figura 3**: Comparativo da taxa de fila existente no sistema
**Fonte:** Os autores (2017)

Após adição de novas máquinas, podemos notar alterações nos índices de fila. O gráfico que representa a nova taxa de fila possui maior uniformidade e um melhor balanceamento em relação ao primeiro, está visível equalização dos índices indica que no novo formato, as etapas passam a ter capacidade de processamento aproximada, gerando menos fila na etapa flat e por consequência, aumentando o fluxo produtos sendo processados. Este aumento do fluxo de produtos sendo processados por ser compreendido pela Figura 4, que expõe a taxa de utilização das máquinas. No modelo sem adição de máquinas, que pode ser compreendido pelo gráfico, taxa de utilização antiga (Figura 4), se pode notar que a etapa flat é de fato a mais utilizada e onde anteriormente, na Figura 3, se pôde notar a existência de fila nesta etapa em relação aos demais processos. Posteriormente, após a adição de novas máquinas a Figura 3 nos indica que a quantidade de fila passa a ser aproximada em relação as etapas de produção e estas filas passam a ser pequenas e com menos variação, indicando o aumento do fluxo produção como mencionando anteriormente, e onde este aumento de fluxo pode ser compreendido pela Figura 4 onde é possível notar que a taxa de utilização das máquinas passa a ser um pouco mais uniforme, em relação a taxa de utilização antiga, indicando que passa a existir um aumento de capacidade de processamento, bem como a




redução de peças aguardando processo.

**Figura 4**: Comparativo da taxa de utilização dos servidores
**Fonte:** Os autores (2017)

## 4 Conclusão

Neste trabalho foi desenvolvido um modelo de Simulação de eventos discretos, com o objetivo de analisar a capacidade de processamento do setor *Seamless*, identificar a etapa de gargalo existente e elaborar uma proposta de melhoria para o setor em questão.

Para isso foi realizado uma série de coleta de dados e informações sobre as operações executadas e do funcionamento do setor de modo a desenvolver um modelo de simulação.

Com a execução do *software* Arena, foi possível analisar índices de fila, tempo de espera e taxa de utilização das máquinas, indicadores estes capazes de expor com clareza, pontos que necessitam de atenção. Através dos resultados obtidos pelo estudo foi possível analisar cenários e traçar uma proposta de melhoria.

A partir do exposto se pode afirmar que o trabalho atingiu os objetivos e foi capaz de proporcionar informações que possam auxiliar na tomada de decisão e futuros investimentos. O papel da simulação não é obter uma solução ótima, mas gerar informações que auxiliem na tomada de decisão, onde esta deve ser realizada por pessoas competência e poder para tal.

## Referências

ARAUJO, L. C. G. ***Organização, Sistemas e Métodos***. São Paulo: Atlas, 2001.

BANKS, J.; CARSON II, J. S.; NELSON, B. L. & NICOL, D. M. *Discrete event system simulation.* 4rd Ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2005.

BANKS, Jerry. ***Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice***. Wiley-IEEE, 1998.

BRITO, Victor. ***Aplicação da simulação como ferramenta de apoio à elaboração de um planejamento estratégico de capacidade***. Centro de Estudos em Logística – COPPEAD / UFRJ. Rio de Janeiro, 2007.

CHAVES, Ana Laura de Figueiredo; FIGUEIREDO, Ciro Jose Jardim; VASCONCELOS, Luciana Pacheco; SERRA, Claudio Mauro Vieira. ***Estudo da Teoria das Filas em um sistema médico-hospitalar na cidade de Belém-PA***. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, 2011.

CHRISTOPHER, M***. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para redução de custos e melhoria dos serviços***. São Paulo: Pioneira, 2001.

CORRÊA, Carlos Alberto; CORRÊA, Henrique Luiz. ***Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica***. São Paulo, 2004.

FREITAS E SILVA, Liane Márcia; PINTO, Marcel de Gois; SUBRAMANIAN, Anand. ***Utilizando o software Arena como ferramenta de apoio ao ensino em Engenharia de Produção***. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, 2007.

FREITAS FILHO, Paulo José de. ***Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena***. 2 ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

HARREL**,** C. R.; Ghosh, B. K. & Bowden, R**.** Simulation using ProModel®. New York: McGraw-Hill,2000.

IEMI – IEMI detecta otimismo no mercado de moda íntima. Disponível em http://www.iemi.com.br/iemi-detecta-otimismo-no-mercado-de-moda-intima/. Acesso em 10 de outubro de 2016.

LAW, A. M. & KELTON, W. D**.** ***Simulation modeling and analysis***. 2nd Ed. New York: McGraw Hill, 1991.

LIBRELATO, Tatiane Pereira; MENEZES, Liziane; VACCARO, Guilherme Luis Roehe. ***Gestão da Capacidade e Demanda: um estudo de caso utilizando um modelo estatístico multivariado***. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, 2011.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (Org.). ***Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações***. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
PESSOA, Pedro F. Adeodato de Paula; CABRAL, José Ednilson de Oliveira. ***Identificação e análise de gargalos produtivos: impactos potenciais sobre a rentabilidade empresarial*.** EMBRAPA, Porto Alegre, 2005.

PIDD, Michael. ***Just Modeling Through: A Rough Guide to Modeling***. Interfaces 29: 2. p.118-132, mar-abr, 1999.

PRADO, Darci. ***Usando o Arena em Simulação*.** Nova Lima: INDG, 2004
ROCCATO, P. L. **Venda+Valor: Como Vender Valor e Não Preço**. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda., 2010.

SHONS, Claudio Henrique; RADOS, Gregório Varvakis. ***A importância da gestão de filas na prestação de serviço: um estudo na BU/UFSC***. Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação,Campinas, v.6, n. 2, p. 116-135, jan./jun. 2009.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. ***Administração da Produção***. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, Dalvio Ferrari. ***Manual de Planejamento e Controle da Produção***. São Paulo/SP: Editora Atlas S.A., 2000.

VIEIRA, Guilherme Ernani. ***Uma revisão sobre a aplicação de simulação computacional em processos industriais***. XIII SIMPEP. Bauru, 2006.