

**REDIMENSIONAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO POR MEIO DA
SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS: O CASO DO PROCESSO DE
ACABAMENTO EM UMA FÁBRICA DE SACOS DE LIXO**

Marcos dos Santos (CASNAV) marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br

Leonardo da Costa Martha (SENAI CETIQT) leonardocmartha@gmail.com

Renato Santiago Quintal (PAPEM) rsantiago79@hotmail.com

Resumo

Levando em consideração as dificuldades no processo decisório, o emprego de softwares para simulação vem se apresentando como uma ferramenta no meio corporativo capaz de auxiliar a tomada de decisões, reduzindo as incertezas e mitigando os riscos envolvidos. O artigo debruça-se sobre o estudo de caso de uma fábrica de sacos de lixo de médio porte, situada na cidade do Rio de Janeiro, que tem apresentado um gargalo em uma das etapas do seu processo produtivo. O objetivo deste artigo é propor a eliminação ou a redução deste gargalo com o mínimo dispêndio de recursos. Foram simulados alguns cenários, e, no mais favorável deles, houve um aumento de 68% da produção de rolos de sacos de lixo, com apenas mais uma máquina seladora e seu respectivo operador. Para realizar a simulação dos cenários foi utilizado o software ARENA, uma ferramenta computacional consagrada tanto no meio acadêmico quanto no corporativo.

Palavras-chave: Simulação; Eventos Discretos; Processos decisórios.

**RESIZING OF PRODUCTION LINE FOR DISCRETE EVENT SIMULATION OF
MEDIA: THE FINISH PROCESS CASE IN A FACTORY OF GARBAGE BAGS**

Abstract

Taking into account the difficulties in decision-making, the use of software for simulation has been presented as a tool in the corporate environment capable of assisting decision making, reducing uncertainty and mitigating the risks involved. The article focuses on the case study of a medium-sized garbage bags factory, located in the city of Rio de Janeiro, which has presented a bottleneck in one of the stages of its production process. The objective of this paper is to propose the elimination or reduction of this bottleneck with minimal expenditure of resources. Some scenarios were simulated, and, in the most favorable of them, there was a 68% increase in the production of garbage bags rolls with just one sealing machine and its respective operator. To perform the simulation of scenarios was used ARENA software, a renowned computational tool both in academia and in the corporate.

Keywords: Simulation; Discrete Event; Decision-making processes.

1. Introdução

No Brasil, muitas empresas, principalmente de pequeno e médio porte, passam por dificuldades no que diz respeito à tomada de decisões, principalmente a partir do ano de 2015, tendo em vista o instável e complexo cenário político-econômico. As decisões tornam-se ainda mais difíceis quando envolvem consideráveis investimentos de tempo e de capital. Uma decisão mal tomada pode comprometer gravemente a saúde financeira de uma empresa, podendo mesmo representar a sua falência. Daí a importância da utilização de ferramentas analíticas na tomada de decisões, visando reduzir ao máximo possível as incertezas inerentes a todo processo decisório. Assim sendo, a utilização de softwares para simulação de cenários

tem se tornado cada vez mais difundidas no meio corporativo como potencial auxiliador na tomada de decisões.

No presente artigo, foi elaborada uma pesquisa baseada no expediente produtivo de uma indústria do ramo de plásticos para fins de descarte e armazenamento de resíduos em diversos setores.

Há 30 anos a empresa em tela é reconhecida pelos consumidores como símbolo de qualidade em sacos para lixo, os quais são fabricados em um moderno complexo industrial, na vanguarda da evolução tecnológica de transformação do plástico. A empresa possui um laboratório completo, onde toda a produção é rigorosamente inspecionada, para atender às especificações das normas brasileiras e internacionais.

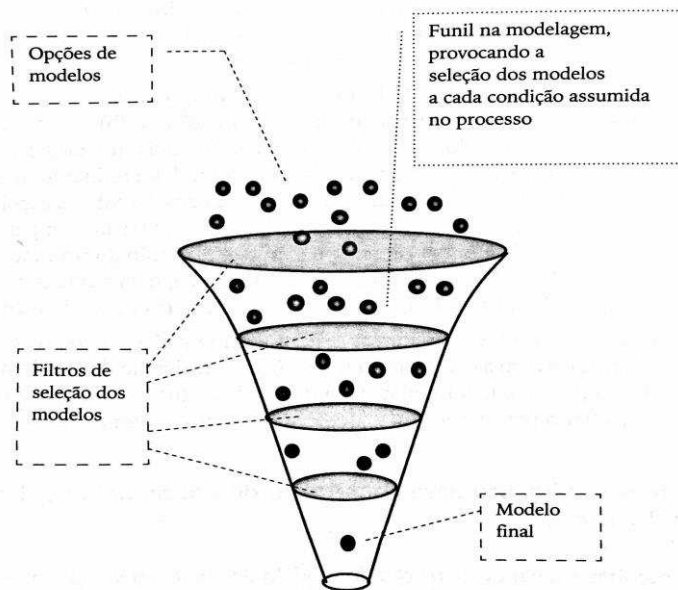
O objetivo deste artigo é apresentar cenários e possibilidades de aumento de produção a partir da Simulação de Eventos Discretos viabilizada pelo software ARENA, uma ferramenta computacional consagrada no meio acadêmico e corporativo.

2. Aspectos metodológicos

À luz da tipologia de Gil (2010), a pesquisa pode ser classificada como: descritiva (descreve as características de determinadas populações ou fenômenos, por meio do emprego de técnicas padronizadas de coleta de dados); bibliográfica (desenvolvida a partir de material já elaborado, formado essencialmente de artigos científicos e livros); e experimental (determina-se um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo e definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto).

A seguir, observa-se um filtro, ilustrado por meio da figura 1, que elimina algumas possibilidades de modelos, a cada decisão tomada pelo analista. Essas decisões consistem numa abordagem escolhida numa etapa qualquer do processo, ou em hipóteses assumidas em relação ao problema em estudo. Na passagem por cada filtro, há um número menor de possíveis formas de representar o problema, ou seja, os modelos, que são ilustrados pelas esferas pretas. Alguns modelos podem nem ser percebidos pelo analista, que os elimina a partir das definições e hipóteses que vai estabelecendo ao longo do processo.

Figura 1 – Filtro de modelos



Fonte: Almeida (2013, p.163)

Para o desenvolvimento da modelagem, faz-se necessário observar que há muitas possibilidades que levam a diversos modelos aplicáveis. Nessas circunstâncias contexto, o problema em estudo no presente trabalho apresenta uma natureza eminentemente estocástica, em um contexto de Simulação de Eventos Discretos. O software ARENA foi utilizado no cálculo das estatísticas e na geração de cenários.

3. Técnicas de simulação: conceito e emprego

Segundo Pidd (1984), modelos utilizando técnicas de simulação computacional estão sendo desenvolvidos desde o início da década de 1960. Os princípios básicos para sua construção são simples. O analista formula um modelo do sistema de interesse, codifica programas de computador que incorporem o modelo e utiliza o computador para imitar o comportamento do sistema sujeito a uma variedade de políticas operacionais. Em seguida, por meio de experimentos, seleciona a política que lhe trouxer os resultados mais desejáveis.

Existem inúmeras definições possíveis para simulação. Sinteticamente, pode-se entender que a simulação é um processo de experimentação com um modelo detalhado de um sistema real para determinar como este sistema irá responder a mudanças nas suas variáveis de entrada. Segundo Blanchard (1981), um sistema pode ser definido como uma combinação de elementos que interagem a fim de cumprir um objetivo específico.

A simulação apresenta um ótimo desempenho na avaliação de mudanças propostas em um sistema existente ou no projeto de um novo sistema. Um modelo bem dimensionado pode gerar importantes estimativas de desempenho em termos de taxa de utilização de recursos, dimensionamento de filas, tempos produtivos, etc. Caso haja a possibilidade de animação do

modelo no computador, a simulação evidencia o fluxo das peças, pessoas e outras entidades do sistema.

Para De Oliveira (2001), a utilização da simulação é indicada em função da complexidade do problema e da dificuldade de se obter um modelo matemático simples para o sistema em estudo. A modelagem é um dos processos básicos para a obtenção de conhecimento sobre a operação do sistema e viabiliza a exploração de diversos cenários. Ela deve servir como uma aproximação bastante precisa do sistema real e também conter aspectos que lhe são importantes. Em uma simulação, quanto mais preciso forem os dados de entrada do problema, mais eficiente será a simulação e, conseqüentemente, seus resultados mais se aproximarão da situação real, tornando-se uma eficiente ferramenta de tomada de decisão.

4. Descrição do processo produtivo

A linha de produção da empresa em comento divide-se em três setores principais: “mistura”, setor responsável pelo fornecimento de grãos para o processo produtivo, representada na figura 2 abaixo lançada; em seguida, tem-se a “extrusão”, responsável pela transformação dos grãos em bobinas plásticas; e, por último, o “acabamento”, responsável pelo corte e acabamento dos produtos acabados.

Figura 2 – Setor de mistura

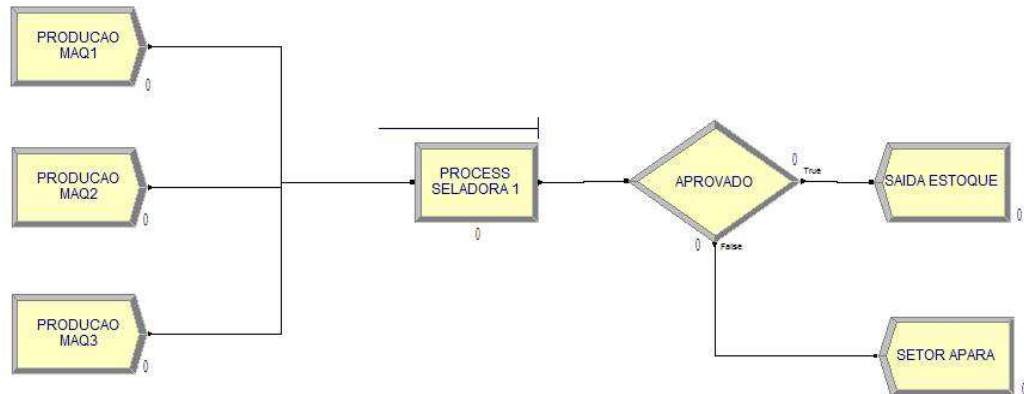


Fonte: Os autores (2016)

Em relação ao último setor (acabamento), a bobina plástica, proveniente do setor de extrusão, é colocada na máquina do setor, e o processo é iniciado. O filme é dobrado conforme especificação técnica, soldado e feito o picote (para que o saco possa ser destacado pelo consumidor). Após este processo, o filme é transformado em rolos e cai em uma bandeja, onde o operador retira o rolo e o coloca dentro da embalagem, executa a selagem da mesma, e, por fim, organiza os produtos em fardos. O processo produtivo em questão encontra-se

esquematizado na figura 3 lançada abaixo. Para análise do estudo em questão, somente o último processo será considerado.

Figura 3 – Fluxograma do processo produtivo atual



Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

5. Identificação do problema

O processo de selagem dos rolos dentro da embalagem e o enfardamento dos produtos são considerados gargalos produtivos, por dependerem da expertise manual do operador ou ajudante, conforme ilustrado na figura 4 abaixo. As máquinas geralmente operam com velocidade constante, ao passo que os operadores precisam acompanhar a cadência da máquina, o que acarreta a geração de filas de rolos na bandeja das máquinas.

Figura 4 – Selagem realizada pelo operador



Fonte: Os autores (2016)

Muitas vezes, as máquinas da produção necessitam trabalhar em ritmo menor para que os operadores possam dar conta da produção de rolos, o que diminui consideravelmente a eficiência produtiva do setor. Nesse contexto, serão formuladas simulações de cenários visando a definição de uma solução satisfatória, que elimine este gargalo produtivo.

6. Coletando os dados

A simulação baseou-se na coleta dos históricos de fabricação de cada máquina, disponíveis nos registros da empresa. Tais dados encontram-se consolidados nas tabelas 1 e 2. Posteriormente, foi feita a inserção dos dados no software ARENA, a fim de serem simulados alguns possíveis cenários.

Tabela 1 – Dados das máquinas

RECURSO	SEGUNDOS PARA 1 ROLO	ROLOS/min.
MÁQUINA 01	25	2,4
MÁQUINA 02	24	2,5
MÁQUINA 03	24	2,5

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

Tabela 2 – Dados de mão de obra

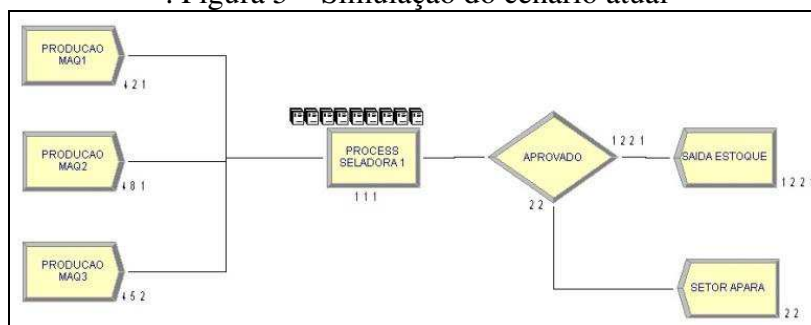
RECURSO	Mínimo (seg.)	Moda (seg.)	Máximo (seg.)
OPERADOR 1	7	9	10

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

7. Simulação dos cenários

A simulação foi feita utilizando como parâmetro o tempo de duração de 10.800 segundos, ou 3 horas de produção. Após a modelagem do processo e a parametrização do modelo, chegou-se ao cenário representado na figura 5, que realmente adere à realidade produtiva do setor, podendo-se identificar um gargalo no processo de selagem, consequentemente havendo a formação de uma fila.

Figura 5 – Simulação do cenário atual



Fonte: Os autores (2016)

Foi produzido um total de 1.243 rolos, sendo 22 rolos com defeito. A fila de rolos na bandeja da seladora apresentou uma média de 130 unidades, de acordo com o relatório fornecido pelo software ARENA.

Após a remodelagem do processo e nova parametrização do modelo, empregou-se um novo recurso (operador 2), a fim de possibilitar a simulação de qual seria o comportamento do sistema caso a empresa investisse na compra de uma nova máquina seladora, contratasse e treinasse um novo operador para esta atividade. Neste novo cenário, além do acréscimo do

conjunto seladora e operador, foi feito um ajuste de aumento de velocidade das máquinas, e, igualmente, o alívio no tempo de fabricação dos operadores.

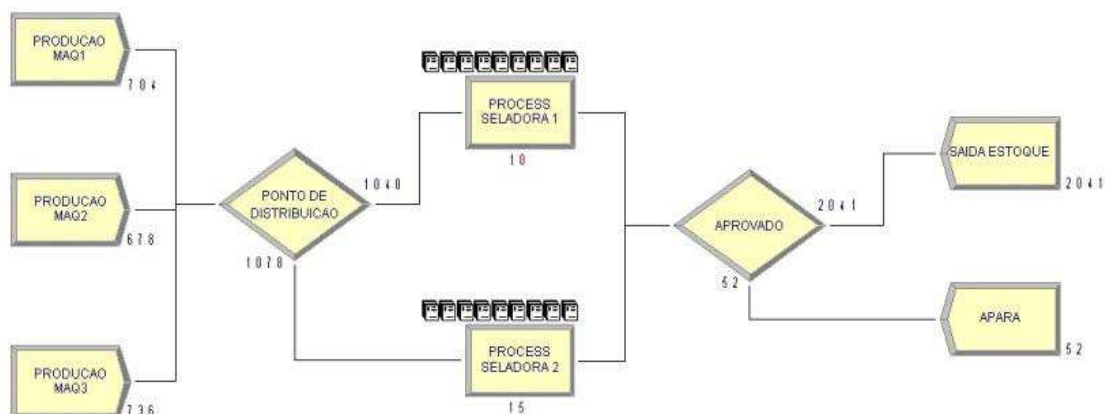
Tabela 3 – Parâmetros de simulação para o cenário proposto

RECURSO	SEGUNDOS PARA 1 ROLO	ROLOS/min.	
MÁQUINA 01	15	4	
MÁQUINA 02	15	4	
MÁQUINA 03	15	4	
RECURSO SELADORA	Mínimo (seg.)	Moda (seg.)	Máximo (seg.)
OPERADOR 1	8	10	11
OPERADOR 2	8	10	11

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

A simulação foi feita utilizando o mesmo de tempo de duração de 10.800 segundos, ou 3 horas de produção. Após as devidas alterações, obteve-se o modelo representado abaixo.

Figura 6 – Simulação do cenário proposto



Fonte: Autores (2016)

Nesse novo cenário, foi produzido um total de 2.093 rolos, sendo 52 rolos com defeito. A fila de rolos em cada bandeja das seladoras apresentou uma média de 30 unidades. Eliminado o gargalo no processo de selagem, o processo apresentou um aumento de 68% na produção de rolos de sacos plásticos.

8. Considerações finais e conclusões

O objetivo deste artigo foi apresentar uma análise prévia da possível eliminação de um gargalo num processo produtivo, lançando mão da Simulação de Eventos Discretos, cujo mote é ser capaz de analisar uma série de cenários, sem interferir no sistema que já está em funcionamento.

Após a análise do caso em tela, foi possível concluir que a referida ferramenta, no escopo da Pesquisa Operacional, mostrou-se eficaz para que os gestores possam compreender melhor como suas organizações estão estruturadas e como os setores da empresa se

comportam dentro de um viés sistêmico. Esse conhecimento é fundamental, pois conduzirá o processo decisório, mitigando as incertezas e riscos envolvidos, e, viabilizando a reestruturação da estratégia gerencial, bem como proporcionando maior assertividade quanto aos investimentos a serem realizados.

Uma simples simulação mostrou que medidas simples, que requerem pouco ou nenhum investimento, pode aumentar a produtividade da fábrica em questão em 68%. Um aumento de produtividade bastante expressivo no contexto político-econômico brasileiro atual, desde que haja demanda para este aumento de produção.

O investimento necessário para o funcionamento de mais uma máquina seladora (assim como o seu respectivo operador) e a análise da demanda do mercado serão questões a serem investigadas em estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. T.; **Processo de decisão nas organizações**: construindo modelos de decisão multicritério. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2013. v. 1. 256p .
- BLANCHARD, B. S.; FABRYCKY, W. F. **Systems Engineering and Analysis**. Fourth edition, Prentice-Hall, 1981.
- DE OLIVEIRA, M. J. F., **Notas de Aula da Disciplina de Simulação**, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2001.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- PIDD, M. **Computer Simulation in Management Science**, 3 ed., John Willey & Sons. 1984.