



REDIMENSIONAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA FÁBRICA DE SACOS DE LIXO EMPREGANDO SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS

Marcos dos Santos¹, Leonardo da Costa Martha², Renato Santiago Quintal³, Ernesto Rademaker Martins⁴

Resumo

No Brasil, grande parte das empresas, especialmente as de pequeno e médio porte, passa por dificuldades no que diz respeito ao processo decisório. As decisões se tornam ainda mais difíceis quando envolvem grandes investimentos de tempo e capital. Levando em consideração estas dificuldades, o emprego de *softwares* para simulação de cenários tem se tornado cada vez mais difundido no meio corporativo como potencial auxiliador na tomada de decisões. O objetivo deste artigo é apresentar estratégias de planejamento a partir da simulação de processos fabris utilizando uma plataforma informatizada, por meio do *software* Arena, versão estudante, uma ferramenta gratuita e de qualidade.

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

RESIZING OF A FACTORY PRODUCTION LINE OF GARBAGE BAGS USING DISCRETE-EVENT SIMULATION

Abstract

In Brazil, most companies, especially small and medium, is experiencing difficulties with regard to decision-making. Decisions become even more difficult when they involve large investments of time and capital. Taking into account these difficulties, the use of *software* for scenario simulation has become increasingly widespread in the corporate environment as helper potential in decision-making. The objective of this paper is to present planning strategies from the manufacturing Process Simulation using a computerized platform via the *software* Arena, student version, a free tool and quality.

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

¹.Gerente de Projetos do Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV). Rio de Janeiro-RJ. E-mail: marcosdossantos_coppe_ufrj@yahoo.com.br

².Graduando em Engenharia de Produção (SENAI/CETIQT). Rio de Janeiro-RJ. E-mail: leonardocmartha@gmail.com

³.Chefe do Departamento de Sistemas de Pagamento da Pagadoria de Pessoal da Marinha (PAPEM). Rio de Janeiro-RJ. E-mail: rsantiago79@hotmail.com

⁴.Gerente de Projetos do Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV). Rio de Janeiro-RJ. E-mail: radmart@yahoo.com.br

Autor correspondente: rsantiago79@hotmail.com

Introdução

No Brasil, grande parte das empresas, principalmente de pequeno e médio porte, passa por dificuldades no que diz respeito à tomada de decisões em geral. As decisões se tornam ainda mais difíceis quando envolvem grandes investimentos de tempo e capital. Levando em consideração estas dificuldades, 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 completo laboratório, onde toda a produção é rigorosamente inspecionada, para atender às normas brasileiras e internacionais.

O objetivo deste artigo é apresentar estratégias de planejamento a partir da Simulação de processos fabris utilizando uma plataforma informatizada, por meio do *software* Arena, versão estudante, uma ferramenta gratuita e de qualidade.

O artigo encontra-se dividido nas seguintes seções: introdução; aspectos metodológicos; técnicas de simulação: conceito e emprego; descrição do processo produtivo; identificação do problema; coleta de dados; simulação dos cenários; considerações finais e conclusões; e referências.

Métodos

À luz da tipologia de Gil (2010), a metodologia empregada no presente trabalho pode ser assim classificada: 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.

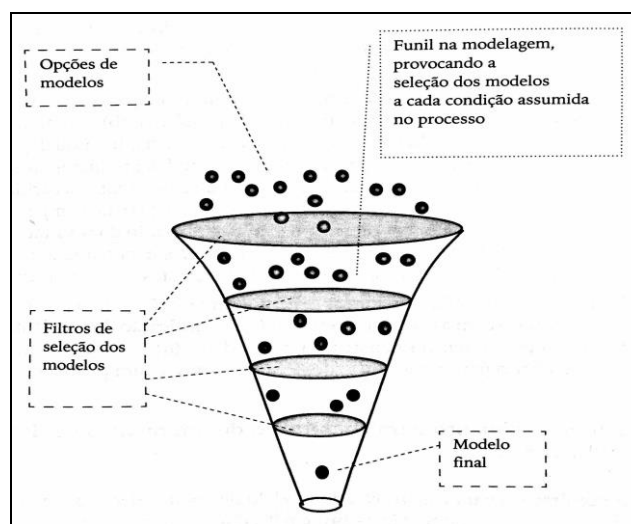


Figura 1: Filtro de Modelos
Fonte: Almeida (2013, p.163)

Para o desenvolvimento da modelagem, faz-se necessário observar que há muitas possibilidades que levam a diversos modelos aplicáveis. Nessas circunstâncias, 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 geração de cenários.

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. Oliveira (2010) argumenta que a definição de sistema está associada a um agregado de partes interagentes e interdependentes que, de forma conjunta, integra um todo unitário que empreende uma função almejando alcançar um determinado objetivo. Adicionalmente, Ferreira (2012) destaca que a definição de sistema é fruto de uma visão holística, em que o todo é maior que o somatório das partes.

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.

Vieira (2010) defende que a simulação é indubitavelmente uma ferramenta de grande valia no processo de tomada de decisões. A flexibilidade vislumbrada na análise de distintos cenários, ou configurações de um modelo, acarreta inúmeras vantagens no emprego desta tecnologia.

Resultados e Discussão

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; 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. Para análise do estudo em questão, somente o último processo será considerado.

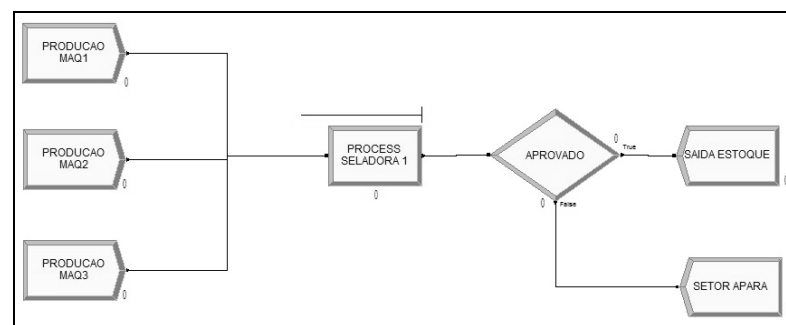


Figura 3: Fluxograma do processo produtivo atual
Fonte: Os autores (2016)

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. 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 sensivelmente a eficiência produtiva do setor. Nesse contexto, serão formuladas simulações de cenários visando a definição de uma solução satisfatória, que elimine este gargalo produtivo.

A simulação se baseará na coleta de dados de tempos de máquinas, utilizando dados históricos de fabricação, disponíveis no banco de dados do Departamento de Planejamento e Controle da Produção da empresa pesquisada. Posteriormente, será feita a inserção dos dados no *software* ARENA, a fim de serem analisados. Os cenários a serem examinados correspondem ao quadro atual do setor e aos acréscimos de uma variável produtiva.

Após coleta dos dados disponíveis no sistema, vislumbra-se o panorama apresentado no quadro 1:

Quadro 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: Os autores (2016)

Obtendo-se a disposição observada no quadro 2:

Quadro 2: Dados de mão de obra

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

Fonte: Os autores (2016)

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 viabilizada pelo *software* ARENA, chega-se ao modelo representado na figura 5.

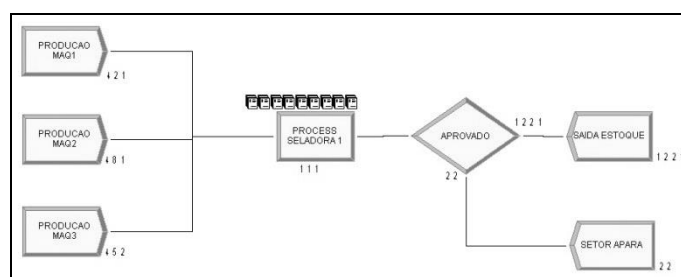


Figura 5: Simulação do cenário atual

Fonte: Os autores (2016)

De maneira geral, foi produzido um total de 1.243 rolos, sendo 22 rolos com defeito. E a fila de rolos na bandeja da seladora chegou a aproximadamente 130 unidades. Isso resulta em uma eficiência de qualidade de aproximadamente 98%.

Após a remodelagem do processo e parametrização viabilizada pelo *software* ARENA, emprega-se uma nova variável, a fim de possibilitar a simulação de qual seria o comportamento do sistema caso a empresa investisse na compra de uma nova máquina seladora, bem como contratasse e treinasse um novo operador para esta máquina. 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. (Quadro 3)

Quadro 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: Os autores (2016)

A simulação foi feita utilizando o mesmo parâmetro de tempo de duração de 10800 segundos, ou 3 horas de produção. Após as devidas alterações, obteve-se o modelo representado na figura 6.

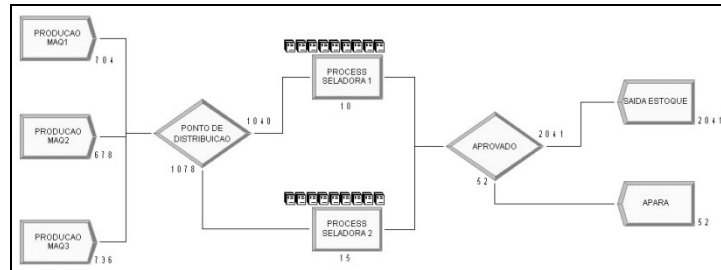


Figura 6: simulação do cenário proposto
Fonte: Os autores (2016)

No cenário proposto, foi produzido um total de 2.093 rolos, sendo 52 rolos com defeito. A fila de rolos em cada bandeja das seladoras chegou a aproximadamente 30 unidades. Dentre os dados relevantes da segunda simulação estão a eficiência de qualidade, que apresentou redução para 97,5%, e a produção, a qual aumentou em 68%.

Conclusões

O *software* em questão apresenta um custo benefício adequado se forem levadas em consideração possíveis transtornos causados por uma tomada de decisão equivocada por parte das lideranças da empresa.

Após a análise do caso em tela, foi possível concluir que a ferramenta de análise de simulação se mostra muito eficaz para que os gestores possam compreender melhor como suas organizações estão estruturadas e como setores da empresa se comportam. Esse conhecimento é fundamental, pois conduzirá o processo decisório que viabilizará a reestruturação da estratégia gerencial e proporcionará maior assertividade quanto aos investimentos a serem realizados.

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.

FERREIRA, J. D. M. **O SPED e seus impactos nas organizações**: o caso da empresa Dolomil Industrial Ltda. 2012. 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento Estratégico**: conceitos, metodologia e práticas. 27ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PIDD, M. **Computer Simulation in Management Science**, 3 ed., John Willey & Sons. 1984.

VIEIRA, G.E.. Uma revisão sobre a aplicação de simulação computacional em processos industriais. In: XIII Simpósio de Engenharia de Produção, 2006, Bauru. **Anais do XIII Simpósio de Engenharia de Produção**, 2006, p. 1-10.

Recebido: 04/01/2016

Aceito: 07/06/2016