

SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE LOGISTICA INTERNA UTILIZANDO O SOFTWARE ARENA

SIMULATION OF INTERNAL LOGISTICS PROCESS USING ARENA SOFTWARE

Fabio Cesar Ferreira¹

Fabrício de Carvalho²

Luiz Carlos Santos Vieira³

Thiago Torres Ficco⁴

Rhadler Herculani⁵

RESUMO

A simulação computacional de processos tem como objetivo realizar a análise de sistemas sem a necessidade de interferência no ambiente real. O processo da logística é fundamental para a sobrevivência de uma empresa em tempos de grande competitividade. Devido a esses fatores a empresa X do setor sucroenergético, realizou um mapeamento da logística interna para verificar a eficiência do seu sistema. Definiu em utilizar o software de simulação ARENA, pois abrange todos os recursos para a modelagem de processo, análise estatística, gráficos, animação e análise de resultado. Foram realizadas 30 medições de tempo, em cada etapa do processo: entrada da produção, paletização, armazenamento e expedição. Após simular os processos atuais no ARENA, foi verificado que não houve fila, mas foi constatado que o recurso das duas empilhadeiras disponibilizava de tempo ocioso, assim foi definido retirar uma empilhadeira do processo. Simulado o processo futuro,

¹ Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: fcferreira_27@hotmail.com

² Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: bri_229@hotmail.com

³ Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: luiz_nonda@hotmail.com

⁴ Graduação no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: thiagoficco05@gmail.com

⁵ Docente FATEC Bebedouro – Centro Paula Souza e Docente no Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro SP. E-mail: herculani@gmail.com

foi constatado que seria necessário somente a utilização de uma empilhadeira, otimizando os custos no departamento da logística.

Palavras-Chave: Simulação, logística, software arena, otimizando, custos.

ABSTRACT

The computational simulation of processes aims to perform the analysis of systems without the need of interference in the real environment. The logistics process is fundamental to the survival of a company in times of great competitiveness. Due to these factors company X of the sugarcane sector, carried out a mapping of the internal logistics to verify the efficiency of its system. Defined in using the ARENA simulation software, because it covers all the resources for process modeling, statistical analysis, graphics, animation and result analysis. Thirty measurements of time were taken at each step of the process: production entry, palletizing, storage and shipment. After simulating the current processes in the ARENA, it was verified that there was no queue, but it was verified that the two forklifts provided idle time, so it was defined to withdraw a forklift from the process. Simulated the future process, it was noted that it would only be necessary to use a forklift, optimizing costs in the logistics department.

Keywords: Simulation, logistics, software arena, optimizing, costs.

1 INTRODUÇÃO

A simulação constitui na utilização de certas técnicas matemáticas, empregadas em computadores, as quais permitem repetir o funcionamento real, efetivamente em qualquer tipo de operação, ou seja, é o estudo do comportamento de sistemas reais através do exercício de modelos.

Conforme Robison et al. (2003), o uso da simulação apresenta diversos benefícios entre os quais: a possibilidade de ideias de complexidades de um sistema de produção, confrontar projetos, formar as competências necessárias onde o

conhecimento é deficiente, desenvolver as habilidades específicas como cognitivas e capacidade crítica, desenvolver ambiente econômico, ampliar a criticidade nas decisões, estimular a alteração da aprendizagem.

Os pioneiros a utilizar a modelagem e simulação em operações e logística foram as áreas de mineração, siderurgia e transportes marítimos. Atualmente, devido às facilidades decorrentes do crescimento da TI, praticamente encontramos aplicações de modelagem e simulação em todas as cadeias de suprimentos (SALIBY, 1989).

Rípoli e Rípoli (2004) asseguram que o dimensionamento da frota canavieira, exige um grande conhecimento, para medir com exatidão a quantidade e tipo de veículos mais convenientes. Com o apoio do sistema de simulação essa estimativa se aproxima mais próximo do real, evitando falhas no planejamento. No Brasil, diversas empresas vêm desenvolvendo softwares para auxiliar os centros de processamento de dados das usinas na elaboração de programas dedicados à logística de sistemas de transporte.

Atualmente a Empresa X do setor sucroenergético, vem utilizando métodos de simulação para melhorar seu desempenho logístico, onde foi contratado uma consultoria especializada em simulação, com o objetivo de mapear todo o processo de logística, e apresentar alternativas que possa vir melhorar a performance na movimentação de cargas.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho, é simular através do software ARENA possíveis filas e utilização dos recursos, visando melhorias das ações que compõe a rotina diária de movimentação de carga, no setor logístico de uma indústria do segmento sucroenergético.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Teoria da Simulação

Para Prado (2006), a simulação constitui-se em uma técnica da pesquisa operacional que demonstra reproduzir o funcionamento de uma operação real. Com o apoio de um modelo é possível apresentara simulação de um sistema. Este método está inserido em inúmeras aplicações realizadas no processo real. Discute-se que tudo que pode ser descrito pode ser simulado.

A teoria da simulação é uma ferramenta importante de análise, que objetiva indicar a melhor opção na melhoria do sistema, permitindo avaliar os efeitos de várias oscilações no sistema, sendo aplicado em situações em que o investimento e muito alto ou complexo na experiência em situação real. Existem diversos software e linguagens conhecidas mundialmente, como ARENA, AUTOMOD, GASP, GPSS, SIMAN, SIMIO, PROMODEL, WITNESS, entre outros (CAMELO, 2010).

De acordo com Frigeri, Bianchi e Backes (2007), a simulação, por se basear em variáveis instáveis e permitir a mudança de parâmetros para adaptação às modificações de volumes de vendas, preço, matérias-primas, produção entre outros. Desencadeia definir a melhor alternativa e as conclusões de cada decisão no conjunto de índices que formam o planejamento operacional da organização. Ainda, permite que certas condições possam ser evidenciadas no início da execução do planejamento e que outras possibilidades existam, para efetuar futuras mudanças nos parâmetros na procura de novas soluções, por intermédio de novas simulações para detectar com maior exatidão, os recursos necessários para conseguir melhor resultado econômico ou na procura de novas metas.

A simulação pode apontar alguns pontos falhos, tendo em vista, que a criação dos modelos, conforme a sua complexidade, pode envolver grandes investimentos e prolongar meses para sua elaboração. Seguindo está linha de pensamento, as principais desvantagens são: a necessidade de grandes valores na concepção e verificação, a complexidade do modelo, o tamanho; e a necessidade de modernas

máquinas de software e hardware para a reprodução e validação do modelo (DIAS; CORREIA, 1998).

Segundo Prado (2009), os principais objetivos da simulação é equalizar as filas, qualquer pessoa já perdeu tempo em fila de espera, seja no atendimento ou em qualquer outro processo. Podem ocorrer as filas em qualquer atividade desenvolvida pela humanidade, devido às experiências do cotidiano. Portanto, as filas é o principal indicativo de deficiente de um sistema.

Mesmo sendo evidenciado o prejuízo, e inevitável a convivência com as filas na vida real, dado que é inviável um investimento dimensionado a um sistema para que nunca ocasione filas. A intenção é atingir o equilíbrio, chegar ao nível de satisfação aceitável, que estabeleça um atendimento que traga uma boa relação de custo e benefício (PORTUGAL, 2005).

Conforme Goldberg e Luna (2000), a simulação permite estabelecer melhorias apreciáveis na operação dos sistemas; identificar gargalos e automatizar processos; estabelecer o tamanho da capacidade das partes constituinte de um sistema, o grau de utilização; oferecer pontos de referência para análise e parecer de planos operacionais e estratégicos; definir escopo adequado para as tarefas; avaliar o cronograma de tarefas e de solução do sistema; aplicar os resultados da simulação com cenários distinto para avaliações comparativas de performance organizacional; e definir valores de referência para produtos em diferentes etapas da cadeia de produção, estocagem, transporte e desenvolvimento.

2.2 Teoria do Arena

O Arena é um conjunto de blocos (ou módulos) utilizados para se retratar uma aplicação real e funcionam com ordem de uma linguagem de programação. Os componentes básicos da modelagem em Arena são os elementos que representam as pessoas, objetos, transações. Que se movimenta em torno do sistema; os períodos de trabalho que apresenta onde será executado algum serviço ou mudanças, finalmente, o fluxo que representa a direção que a entidade irá percorrer ao longo do período. (PRADO, 1999).

Como os principais softwares de simulação, o Arena idealiza o sistema a ser modelado como composto de um conjunto de período de trabalho que servem serviços aos clientes. O Arena tem sido aplicado para simular inúmeros ambientes, desde ambientes logísticos, linhas de produção, tráfego nas ruas, minas, tráfegos em geral.

2.2.1 Origem do Arena

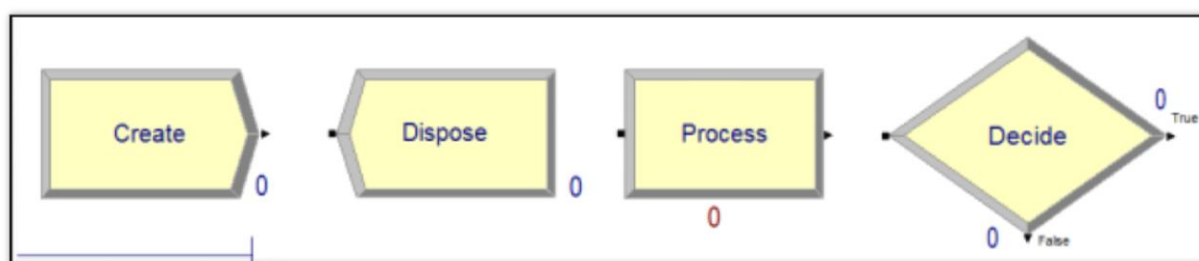
O Arena se originou da junção de dois outros programas, SIMAN e CINEMA. SIMAN é uma linguagem de simulação, em 1983 deu nome ao primeiro programa de simulação para computadores pessoais. Em 1984 surgiu o CINEMA, foi o primeiro programa para animação e simulação em computadores pessoais. Onde em 1993 os programas foram unificados em um único software, dando origem ao Arena (PRADO, 1999).

O programa mostra um ambiente gráfico integrado de simulação, e possui um conteúdo com todos os recursos para modelagem, estatística, animação e análise de resultados e emprega a abordagem por processos para realização da simulação. A técnica de simulação pode ser apontada uma situação onde componentes estáticos, estabelecendo um ambiente bem determinado com suas regras e propriedades, comunica-se com elementos dinâmicos, que transcorre dentro desse ambiente. (SILVA; PINTO, 2007).

2.2.2 Modelos Básicos

De acordo com Paragon (2005), o Arena é composto por vários módulos, que também são chamados de templates, são elementos que irão compor o fluxograma simulando o cenário correspondente. Segundo Prado (2014), os módulos têm a função de construir o fluxograma dentro da área de trabalho. Dentro destes módulos encontramos os modelos básicos: Create, Process, Decide e Dispose.

Figura 1 - Módulos de processos básicos do Arena



Fonte: Autoria própria

O módulo Create inicia a criação das entidades que serão processadas no modelo, permite que o nome do módulo seja editado, sempre único. Também é possível definir o tipo de fluxo de chegada que pode ser aleatório, constante, programado ou uma expressão. Na chegada pode ser representada pela frequência que acontece o fluxo na entidade, deve ser definido o atraso caso exista.

Process é o módulo de atividade principal em uma simulação, permite evidenciar o nome do processo e características, que pode ser padronizada ou submodelo. As lógicas podem ser definidas com tipos de processamento de entidades que sucederão no módulo, como Delay, Seize Delay, Seize Delay Release e Delay Release, todos os tipos de entidade são aplicados atrasos, que podem ser do tipo de distribuição constante, normal, triangular, uniforme e expressão.

O módulo Decide é o processo de decisão, que podem ser de dois tipos ou definir mais caminhos por possibilidades, também pode ser por condição. Se for escolhido o tipo de decisão por possibilidade, obtêm a definição da porcentagem de decisões verdadeira. A decisão por condição necessita uma especificação de uma

determinada condição. Os índices de saídas dependem dos números de alternativas definido no tipo da decisão.

O módulo Dispose é o término de uma entidade em um modelo de simulação, proporciona o armazenamento dos dados estatísticos de cada entidade antes dela ser encerrada pelo módulo. O número apresentado próximo ao módulo aponta a quantidade de entidades concluídas (FREYTAG, 2016).

2.2.3 Relatório do Arena

A simulação ARENA fornece ferramentas que apresenta oito tipos de relatórios: Category Overview, Entities, Process, Queues, Resources, Transfers, Userspecified e Frequencies. Os relatórios são mostrados os cálculos estatísticos, que levam em consideração o número de replicações aplicado na simulação (LEITÃO, 2012).

De acordo com Prado (2014), quando a simulação é realizada e o modelo rodado, relatórios estatísticos são gerados em diversos formatos, exibindo resultados e soluções. Os relatórios usualmente mais utilizados são:

- **Category Overview:** Enuncia uma visão geral da camada, ou seja, quantas entidades saíram do sistema;
- **Queues:** Informa os tempos de filas e a quantidade de entidades média, máxima e mínima de cada fila;
- **Resources:** Certifica a utilização média, máxima e mínima dos recursos em cada processo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido com base nos conhecimentos adquiridos durante o curso de engenharia de produção, realizado na instituição centro universitário UNIFAFIBE, com apoio de estudos teóricos e do professor orientador, em uma empresa do seguimento sucroenergético, pertencente à multinacional francesa, a unidade em questão está situada na cidade de Olímpia estado de São Paulo.

Essa unidade foi fundada há 32 anos, e está entre as dez maiores unidades do industrial do Brasil. Os dados para desenvolvimentos deste estudo foram coletados em três dias seguidos durante o período de oito horas de produção do produto açúcar refinado granulado, embalagem 50 kg, o qual se seguiu os procedimentos abaixo:

O açúcar é envasado nas sacarias com capacidade 50 kg, posteriormente é transportada por uma esteira de 250 metros até a área de paletização. A operação de paletização é automatizada, cada sling comporta 32 sacas, num total de 1600 kg, após paletizado e retirado por duas empilhadeiras, parte é movimentada para o bloco de açúcar em galpões de estocagem parte é expedida para o carregamento direto nos veículos.

Para aferição dos tempos, foi utilizado o cronômetro de um celular, modelo Motorola G4, e os dados coletados foram aplicados em um computador com o software ARENA versão 15.

O método utilizado foi através de aferição dos tempos de atendimento a produção e expedição para verificação se apenas uma empilhadeira atende a produção, trazendo assim redução de custo para a empresa, realizando simulações com a ajuda do software ARENA.

Foram coletadas trinta amostras com o tempo de produção, retirada para o bloco e retirada para expedição (Tab. 1)

Tabela 1 - Tempos cronometrados no processo em análise

Entrada da Produção (seg.)	Paletização (seg.)	Armazenamento (seg.)	Expedição (seg.)
163	59	95	128
166	50	120	62
168	43	105	64
163	49	107	56
166	57	111	97
163	50	110	55
166	59	138	99
163	50	100	66
163	43	88	79
166	49	100	84
163	57	80	63
163	50	118	63
163	59	87	89
163	50	105	83
166	43	107	72
163	49	112	92
166	57	110	100
163	50	138	86
163	59	100	95
166	50	88	120
163	43	100	105
166	49	80	107
163	57	118	111
166	50	87	110
163	59	105	138
163	50	107	100
166	43	112	88
163	49	80	100
166	57	118	80
166	50	87	118

Fonte: Autoria própria

Com a cronometragem acima realizada, os dados foram inseridos na ferramenta Input Analyzer do Arena para obtenção das distribuições estatísticas que representam a realidade do setor para cada um dos processos (entrada produção, paletização, armazenamento e expedição).

Para aplicar as devidas melhorias proposta no departamento de logística, será utilizado o software ARENA para realizar a simulação, iremos gerar relatórios primeiramente no processo atual (AS-IS), e analisar possíveis gargalos ou filas.

Após a análise do processo atual, o grupo irá criar soluções para otimizar as filas e a utilização dos recursos, novamente será utilizado o ARENA na simulação para o processo futuro (TO-BE), e verificar se houve melhoria no carregamento do produto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

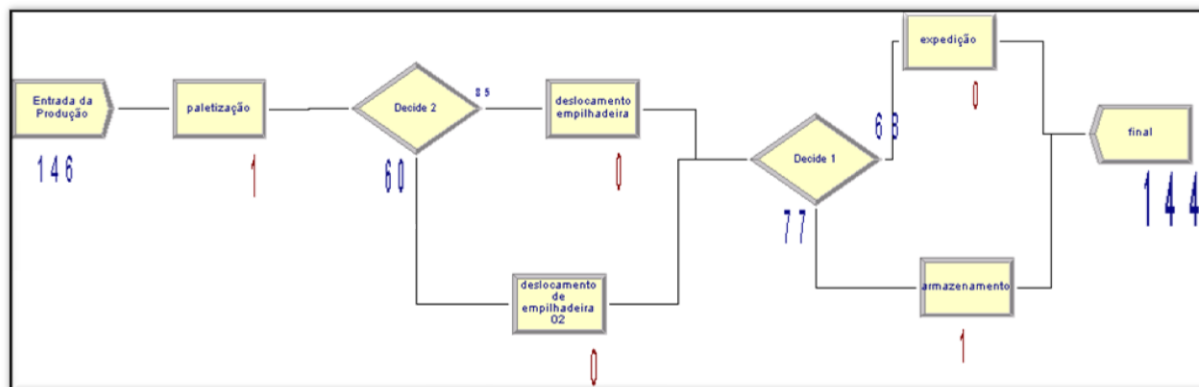
O departamento de logística interna da empresa sucroenergético, ao realizar um trabalho de simulação na movimentação de carga, criou-se um questionamento sobre a necessidade da utilização de duas empilhadeiras no processo de retirada da produção de açúcar na embalagem de 50 kg.

Logo após realizar a simulação no software ARENA, verificou-se que não houve nenhum tipo de fila no sistema produtivo, mas ao analisar os resultados das utilizações dos recursos, mostrou que as empilhadeiras estavam com um baixo nível de utilização.

Na figura 2, mostra a simulação do modelo atual da empresa sucroenergético, mostrando que efetivamente não houve nenhum tipo de fila, a figura 3 apresenta o relatório gerado para verificação da utilização dos recursos, o mesmo confirma que as empilhadeiras estão com demanda de tempo ocioso, com 23% de utilização para a empilhadeira 1, e 16% para a empilhadeira 2.

Depois de analisar a simulação do modelo atual, chegou a conclusão em reduzir uma empilhadeira no processo de carregamento e armazenamento, e verificar através de uma nova simulação do modelo futuro os seus respectivos resultados.

Figura 2 - Modelo do processo de logística atual de uma empresa sucroenergético



Fonte: Autoria própria

Figura 3: Relatório de recursos do modelo atual do processo de logística de uma usina

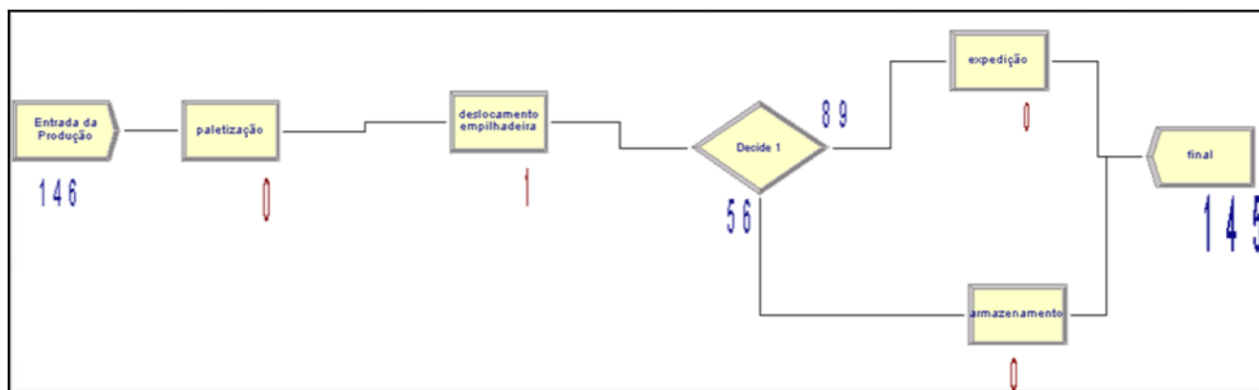
20:21:11		Resources		junho 7, 2017	
Unnamed Project			Replications: 1		
Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	400,00
				Time Units: Minutes	
Resource Detail Summary					
Usage					
	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
empilhadeira	0,59	0,59	1,00	145,00	0,59
Empilhadeira 1	0,23	0,23	1,00	85,00	0,23
empilhadeira 2	0,16	0,16	1,00	60,00	0,16
robo	0,65	0,65	1,00	146,00	0,65

Fonte: Autoria própria

Conforme a figura 4, foi realizado a simulação do processo futuro, onde apresentou resultados positivos, ao reduzir uma empilhadeira o sistema se mostrou mais produtivo, conseguiu melhor o fluxo do carregamento a ponto de reduzir o número de fila.

De acordo com a figura 5, mesmo com a redução de uma empilhadeira, o relatório apresenta um crescimento da utilização do recurso, com utilização de 39%, próximo do tempo estimado como ideal pela empresa.

Figura 4 - Modelo do processo de logística aplicado as melhorias em uma usina



Fonte: Autoria própria

Figura 5: Relatório do modelo aplicado às melhorias no processo de logística de uma usina

20:26:02		Resources		junho 7, 2017		
Unnamed Project			Replications: 1			
Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	400,00	Time Units: Minutes
Resource Detail Summary						
Usage						
	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>	
empilhadeira	0,57	0,57	1,00	145,00	0,57	
Empilhadeira 1	0,39	0,39	1,00	146,00	0,39	
robo	0,65	0,65	1,00	146,00	0,65	

Fonte: Autoria própria

5 CONCLUSÃO

Conforme resultados obtidos nas simulações realizadas, concluiu-se que o cenário que melhor atende a operação, foi com a utilização de uma empilhadeira, tendo em vista que aumentou o fluxo de escoamento da produção tanto para expedição como para o armazenamento.

Com a modificação no recurso utilizado na movimentação da produção de 50 kg, a empresa obteve uma redução mensal dos custos de R\$ 5.000,00 referente ao custo com o operador, R\$ 6.500,00 pelo aluguel da empilhadeira, R\$ 2.500,00 de gás GLP utilizado pela empilhadeira na operação, totalizando uma redução de R\$

14.000,00 mensais, de acordo com os objetivos iniciais propostos, as simulações geradas pelo software ARENA, alcançaram os resultados esperados.

REFERÊNCIAS

CAMELO, Gustavo Rossa et al. **Teoria das filas e da simulação aplicada ao embarque de minério de ferro e manganês no terminal marítimo de ponta da madeira.** Cadernos do IME-Série Estatística, v. 29, n. 2, p. 1, 2010.

DIAS, G. P. P.; CORREA, Henrique L. **Uso de simulação para dimensionamento e gestão de estoques de peças sobressalentes.** 1998. Disponível em: <<http://www.correa.com.br/biblioteca/artigos>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

FRIGERI, Jadir Antonio; BIANCHI, Márcia; BACKES, Rosemary Gelatti. **Um estudo sobre o uso das técnicas de simulação no processo de elaboração e execução dos planejamentos estratégico e operacional.** Contexto. Porto Alegre. Vol. 7, n. 12 (2. sem. 2007), p. 57-87., 2007.

LEITÃO, Paulo Jorge Pinto. **Simulação de Linha de Produção usando a Plataforma ARENA,**2012. Disponível em <[HTTP://www.projinf.estig.ipb.pt/~a21274/relatorio.pdf](http://www.projinf.estig.ipb.pt/~a21274/relatorio.pdf)>. Acesso em:10 jun. 2017.

PARAGON. **Introdução à simulação com Arena. 2005, 199f. Notas de Aula.** Disponível em: < http://mz.pro.br/simulacao/Apostila_Arena_Engep_2005.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2017.

PRADO, D. **Usando o Arena em Simulação.** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

PRADO, D. S. **Teoria das Filas e da Simulação.** Nova Lima (MG): INDG, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_129_830_14824.pdf>. Acesso em: 06 jun.2017.

RAUCH-GEELHAAR, C.; JENKE, K.; THURNES, C. M. **Gaming in industrial management** – quality and competence in advanced training. Production Planning &Control, v. 14, n. 2, p. 155-165, 2003

ROBINSON, S. **Simulation: the practice of model development and use.** Chichester: John Wiley& Sons, 2003

PORTUGAL, L. da S. **Simulação de Tráfego:** conceitos e técnicas de modelagem. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. **Biomassa de cana-de-açúcar**: colheita, energia e ambiente. Piracicaba, 2004. p. 222

SALIBY, E. **Repensando a simulação**: a amostragem descritiva. São Paulo: Atlas, 1989.

SILVA, Liane MF; PINTO, Marcel G.; SUBRAMANIAN, Anand. Utilizando o software Arena como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produção. **Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2007.

Recebido em 11/08/2017

Aprovado em 10/10/2017